



โครงการสอน

รหัสวิชา	3000 -1423	ชื่อวิชา	วิทยาศาสตร์ 4 (SCIENCE 4)
หลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2556 ปรับปรุง พุทธศักราช 2557		
แผนกวิชา	สามัญสัมพันธ์ (วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์)		
อาจารย์ผู้สอน	นางสาว สวง บุญรอด		

วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา

AYUTTHAYA TECHNOLOGICAL COMMERCIAL COLLEGE

การวิเคราะห์หลักสูตรวิชา

3000-1423 วิชา วิทยาศาสตร์ 4(SCIENCE 4)

สมรรถนะของผู้เรียน

ระดับ 1

ตั้งใจ และ รับรู้นิยามกฎ และ การใช้หลักสูตรในการคำนวณได้

ระดับ 2

ซักถามนิยามกฎให้เข้าใจวิธีคิดคำนวณได้ถูกต้อง

ระดับ 3

นำสูตรไปใช้คำนวณแก้ปัญหาและยกตัวอย่างแล้วลอกเลียนแบบได้ถูกต้อง

ระดับ 4

นำงานที่ได้รับมอบหมายมาจำแนกปัญหา โจทย์ใช้สูตรแก้ปัญหาจนสำเร็จ

ระดับ 5

มีความละเอียดรอบคอบเปรียบเทียบและเลือกใช้สูตรแล้วเกิดความคิดริเริ่มวิธีการคำนวณใหม่ๆ แล้วประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์อื่นได้

การประเมินคุณภาพ

สิ่งที่ใช้ประเมิน การปฏิบัติจริง

ลักษณะแสดงคุณภาพ ประเมิน

รายการ	ระดับ		
	1	3	5
จิตพิสัย	ตั้งใจ/รับรู้	เห็นคุณค่า	สร้างนิสัย
พุทธพิสัย	รู้/จำ	นำไปใช้	ประเมินค่า
ทักษะพิสัย	รับรู้จากการปฏิบัติ	ตอบสนองตามแนวทาง	ริเริ่มสิ่งใหม่

คำอธิบาย

1	2	3	4	5
ตั้งใจและรับรู้นิยามและกฎ	สามารถซักถามนิยามและกฎ	นำสูตรไปใช้ในการแก้ปัญหา โจทย์และเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้อง	รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายได้สำเร็จ	มีนิสัยละเอียดรอบคอบในการเลือกใช้สูตรตรวจสอบในการคำนวณ
มีความรู้ในเรื่องนิยามกฎ	มีความเข้าใจนิยามกฎ	คำนวณการใช้สูตรในการแก้ปัญหาและเปลี่ยนแปลง	จำแนกสูตรมาแก้ปัญหาโจทย์	ตัดสินใจเปรียบเทียบได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง
ใช้สูตรในการคำนวณได้	คิดวิธีคำนวณได้ถูกต้อง	ยกตัวอย่างแล้วลอกเรียนแบบได้	ปฏิบัติตามตามคำสั่ง เพื่อสร้างสัมพันธ์กับเนื้อหาอื่น	นำวิธีการให้เกิดการริเริ่มวิธีการคำนวณวิธีใหม่ๆได้

ลักษณะรายวิชา

รหัสและชื่อวิชา	3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4 (SCIENCE 4)
สภาพรายวิชา	พื้นฐาน	
ระดับวิชา	ปวศ. ปีที่ 1,2	ภาคเรียนที่ 1, 2
พื้นฐาน	-	
เวลาเรียน	72 คาบ	ตลอดภาคเรียน 18 สัปดาห์
หน่วยกิต	3	หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าจูลินทรีย์ในอาหารการจัดการผลผลิตทางการเกษตรและสารเคมีใกล้ตัว
2. เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทดลอง
3. เพื่อให้ผู้เรียนเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์สามารถนำความรู้และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพในชีวิตประจำวัน

มาตรฐานรายวิชา

1. ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน
2. เข้าใจความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิต
3. เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดทางพันธุกรรมการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของจูลินทรีย์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารการจัดการผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
5. เข้าใจสมบัติทางเคมีที่นำมาใช้งานแต่ละสาขาอาชีพ
6. ใช้วัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง
7. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
8. สื่อสารสิ่งที่เรารู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับแหล่งพลังงานไฟฟ้าการผลิตพลังงานไฟฟ้าวงจรไฟฟ้าในบ้านอุปกรณ์ไฟฟ้าหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านประเภทให้ความร้อน แสงสว่างและพลังงานกลเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงานพลังงานในการดำรงชีวิตระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายของมนุษย์ พันธุกรรม จูลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหารการเป็นพิษของอาหาร

ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

รายวิชา 3000 – 1425

ตารางเฉลี่ย

เนื้อหา พฤติกรรม	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย			จิตพิสัย	รวม	อันดับความสำคัญ	ประเมินผล/คาบเรียน
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	การเลียนแบบ	การลงมือทำตาม	ความถูกต้อง	ความรับผิดชอบ มีระเบียบ			
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100		
1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าใน บ้านและในสำนักงาน	7.3	7.3	8	6.6	5.3	5.3	6.3	5.6	6.3	6	63.7	2	22
2. ระบบการทำงานของ อวัยวะต่างๆในร่างกายและ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม	9.3	9	8.3	8	8.3	9	8.3	8	8.6	10	86.8	1	29
3. แร่จุลินทรีย์การถนอม อาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อ การเก็บรักษาการขนส่ง และสารเคมีที่ใช้ใน ชีวิตประจำวัน	5.3	7	5.3	5	4.3	5	7	4.3	4.3	4.3	52.1	3	17
รวม	21.9	23.3	21.6	19.6	17.9	19.3	21.6	17.9	19.2	20.3	202.6		68
อันดับความสำคัญ	2	1	3	6	9	7	4	10	8	5			

โครงสร้างรายวิชา

3000-1423

วิทยาศาสตร์ 4

หน่วยการเรียนรู้	รายการสอน	คาบการเรียนรู้		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	ปฐมนิเทศ			
	1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและในสำนักงาน			
	1.1 . แหล่งกำเนิดไฟฟ้าอุปกรณ์	11	11	22
	1.2 วงจรไฟฟ้า			
	1.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่ให้ความร้อน			
	1.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่ให้แสงสว่าง			
	1.5 เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่ให้พลังงานกล			
	1.6 เครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน			
2	2.ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม	15	14	29
	2.1 ระบบย่อยอาหาร			
	2.2 ระบบหายใจ			
	2.3 ระบบหมุนเวียนโลหิต			
	2.4 ระบบขับถ่าย			
	2.5 ระบบประสาท			
	2.6 พันธุกรรมกฎของเมนเดล และการค้นพบสารพันธุกรรม			
	2.7 สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต			
	2.8 การจำลอง DNA			
	2.9 การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสารพันธุกรรม			
	2.10 ความผิดปกติของโครโมโซม			
	2.11 โรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม			
	2.12 การตรวจสอบDNA ของ พ่อ-แม่-ลูก			

3	3. จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน	11	6	17
	3.1 จุลินทรีย์เกี่ยวกับการถนอมอาหาร			
	3.2 การถนอมอาหาร			
	3.2 การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่ง			
	3.3 สารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในสำนักงาน			
	สอบปลายภาค	2	2	4
	รวม			72

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์การอาชีพ

กำหนดการสอน

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
1		1-4	<p>ปฐมนิเทศ</p> <p>1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและในสำนักงาน</p> <p>1.1 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า</p> <p>1.2 วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน</p>	
2		5-8	<p>1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและในสำนักงาน (ต่อ)</p> <p>1.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน</p>	
3		9-12	<p>1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและในสำนักงาน (ต่อ)</p> <p>1.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง</p>	
4		13-16	<p>1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและในสำนักงาน (ต่อ)</p> <p>1.5 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล</p>	
5		17-20	<p>1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและในสำนักงาน (ต่อ)</p> <p>1.5 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล (ต่อ)</p>	
6		21-24	<p>1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและในสำนักงาน (ต่อ)</p> <p>1.5 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในสำนักงาน</p> <p>2.ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆใน ร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม</p>	

			21.ระบบย่อยอาหาร	
7		25-28	2.ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆใน ร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ต่อ) 2.2 ระบบหายใจ 2.3 ระบบหมุนเวียนโลหิต	
8		29-32	2.ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆใน ร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ต่อ) 2.4 ระบบขับถ่าย 2.5 ระบบประสาท	
9		33-36	2.ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆใน ร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ต่อ) 2.6 พันธุกรรม กฎของเมนเดล และการ ค้นพบสารพันธุกรรม	
10		37-40	2.ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆใน ร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ต่อ) 2.7 สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต 2.8 การจำลองDNA	
11		41-44	2.ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆใน ร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ต่อ) 2.9 การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ สารทางพันธุกรรม	
12		45-48	2.ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆใน ร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ต่อ) 2.10 ความผิดปกติของโครโมโซม	

13		49-52	<p>2.ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (ต่อ)</p> <p>2.11 โรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม</p> <p>2.12 การตรวจสอบDNAของพ่อ แม่ ลูก</p> <p>3. จุลินทรีย์ การถนอมอาหาร การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาและการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน</p> <p>3.1 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร</p>	
14		53-56	<p>3. จุลินทรีย์ การถนอมอาหาร การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาและการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)</p> <p>3.1 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร(ต่อ)</p>	
15		57-60	<p>3. จุลินทรีย์ การถนอมอาหาร การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาและการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)</p> <p>3.2 การถนอมอาหาร</p>	
16		61-64	<p>3. จุลินทรีย์ การถนอมอาหาร การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาและการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)</p> <p>3.3 การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาและการขนส่ง</p>	
17		65-68	<p>3. จุลินทรีย์ การถนอมอาหาร การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาและการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)</p> <p>3.4 สารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในสำนักงาน</p>	
18		69-72	สอบปลายภาค	

การประเมินผลรายวิชา

วิชานี้ได้แบ่งเป็น 3 หน่วยเรียน และ แยกได้ 22 หัวข้อ

การวัดผลและประเมินผลจะดำเนินการดังนี้

1. วิธีการ ดำเนินการรวบรวมข้อมูล เพื่อการประเมินผล แยกเป็น 2 ส่วน

โดยแบ่งแยกคะแนนแต่ละส่วนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (หรือตามที่โรงเรียนกำหนดสัดส่วนแต่ละรายวิชา)

1. คะแนนระหว่างภาคเรียน	60	คะแนน หรือ 60%
1.1 เวลาเข้าเรียน	10	คะแนน หรือ 10%
1.2 การทดสอบแต่ละหน่วยเรียน	30	คะแนน หรือ 30%
1.3 พิจารณาผลงานที่มอบหมาย	10	คะแนน หรือ 10%
1.4 พิจารณาการเข้าร่วมกิจกรรม	5	คะแนน หรือ 5%
1.5 พิจารณาทัศนีย์ความสนใจ	5	คะแนน หรือ 5%
2. คะแนนสอบปลายภาคเรียน	40	คะแนน หรือ 40%

2. เกณฑ์ผ่าน ผู้ที่จะผ่านรายวิชานี้จะต้อง

- 2.1 มีเวลาเข้าชั้นเรียนไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80
- 2.2 ต้องเข้าสอบปลายภาคเรียน
- 2.3 ได้ผลรวมคะแนนที่ทำได้ทั้งหมดต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 50

3. เกณฑ์ค่าระดับคะแนน

- 3.1 พิจารณาเกณฑ์ผ่านรายวิชาตามข้อ 2. ผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อ 2. จะได้รับค่าระดับคะแนน 0 หรือ F
- 3.2 ผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์ข้อ 2. จะได้รับค่าระดับคะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

หลักสูตรกรมอาชีวศึกษา

คะแนนร้อยละ 80 – 100	ได้ 4
คะแนนร้อยละ 75 – 79	ได้ 3.5
คะแนนร้อยละ 70 – 74	ได้ 3
คะแนนร้อยละ 65 – 69	ได้ 2.5
คะแนนร้อยละ 60 – 64	ได้ 2
คะแนนร้อยละ 50 – 59	ได้ 1.5
คะแนนร้อยละ 50 – 54	ได้ 1
ต่ำกว่าร้อยละ 50	ได้ 0

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 1	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และในสำนักงาน	เวลา 4 คาบ

เรื่อง . แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและในสำนักงาน

สาระการเรียนรู้



1. ขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 4
2. มาตรฐาน จุดเน้น และแนวปฏิบัติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4
3. แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ 4

สาระสำคัญ



ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ประกอบด้วยการศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า การผลิตพลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล เครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย พันธุกรรม จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร การถนอมอาหาร การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาและการขนส่ง สารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และในสำนักงาน

มาตรฐานการเรียนรู้



1. มีความเข้าใจขอบเขตของวิชาวิทยาศาสตร์ 4
2. ทราบถึงจุดเน้นและแนวปฏิบัติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4
3. มีความเข้าใจวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ 4
4. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นนำ

ปฐมนิเทศ

- ผู้สอนนำอภิปรายถึงขอบข่ายของสาระการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ 4

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ความรู้แก่นักศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ จุดเน้น และแนวปฏิบัติในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4
2. ผู้สอนนำอภิปรายถึงวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ 4
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 50 ข้อ

3. ขั้นสรุป

ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาโดยตัวแทนกลุ่มหน้าชั้นเรียน

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล


วิธีวัดผล

1. ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน 50 ข้อ
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยอาจารย์และนักศึกษา ร่วมกันประเมิน

เกณฑ์การประเมินผล

1. คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน ไม่มีเกณฑ์ผ่าน เก็บคะแนนไว้เปรียบเทียบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
3. ผลคะแนนประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ขึ้นอยู่กับประเมินตามสภาพจริง 

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. แผ่นใสแสดงมาตรฐานการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4
3. แผ่นใสแสดงวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4

บันทึกหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....
.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

- กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร
 - การเคลื่อนที่ของโปรตอน
 - การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
 - การเคลื่อนที่ของนิวตรอน
 - การเคลื่อนที่ของนิวเคลียส
- การไหลของกระแสไฟฟ้าในข้อใดไม่ถูกต้อง
 - ไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปสู่ศักย์ไฟฟ้าต่ำ
 - ไหลจากขั้วบวกไปขั้วลบ
 - ไหลสวนทางกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน
 - ไหลภายในเส้นลวด
- อุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าคืออะไร
 - ฟิวส์
 - สวิตช์
 - สะพานไฟ
 - ปลั๊ก
- ในการเลือกใช้สายไฟต้องคำนึงถึงในเรื่องใดบ้าง
 - ความต่างศักย์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า
 - กำลังของเครื่องใช้ไฟฟ้า
 - กระแสที่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า
 - ถูกทุกข้อ
- มิเตอร์ไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้แต่ละบ้านเรือนจะคิดค่าไฟฟ้าออกมาเป็นหน่วยใด
 - แอมแปร์/ชั่วโมง
 - กิโลวัตต์/ชั่วโมง
 - กิโลวัตต์/ชั่วโมง
 - วัตต์-นาท
- แผ่นโลหะที่อยู่ในแบตเตอรี่คือโลหะชนิดใด
 - ตะกั่ว
 - ตะกั่ว + สังกะสี
 - ทองแดง + สังกะสี
 - ทองแดง + แ่งคาร์บอน
- อุปกรณ์ใดในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน
 - ลวดนิโครม
 - เทอร์โมสตัท
 - มอเตอร์
 - หน้าสัมผัส
- ในกรณีที่หม้อหุงข้าวไฟฟ้าไม่ตัดไฟหลังจากข้าวสุกแล้ว ท่านคิดว่ามีสาเหตุมาจากข้อใด
 - สวิตช์เสีย
 - ลวดความร้อนขาด
 - เกิดการลัดวงจรของลวดความร้อน
 - หน้าสัมผัสละลายติดกัน
- ความร้อนจากแผ่นความร้อนส่งผ่านมายังภาชนะหุงข้าวในหม้อหุงข้าวไฟฟ้าอย่างไร
 - กระจายเข้าสู่ภาชนะทุกทิศทุกทาง
 - กระจายจากด้านข้างเข้าสู่ภาชนะ
 - กระจายจากด้านล่างภาชนะขึ้นสู่ด้านบน
 - กระจายจากด้านบนภาชนะลงสู่ด้านล่าง

10. เมื่อน้ำในกาต้มน้ำไฟฟ้าชนิดใช้น้ำเป็นสื่อไฟฟ้าระเหยหมดจะเกิดผลดังข้อใด
- ก. เกิดการลัดวงจรของลวดความร้อน
 - ข. เทอร์โมสแตตจะตัดกระแสไฟฟ้าในวงจร
 - ค. ไม่เกิดผลเสียหายต่ออุปกรณ์ทำความร้อน
 - ง. ความร้อนจะเพิ่มขึ้น จนอาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้
11. กระแสไฟฟ้ารั่วไหลที่เกิดขึ้นที่ตัวกระทะ ท่านคิดว่ามาจากสาเหตุใด
- ก. จุดเชื่อมต่อของปลั๊กไฟหลุดหรือหลวม
 - ข. ลวดความร้อนขาด
 - ค. เทอร์โมสแตตชำรุด
 - ง. ขั้วเสียบของกระทะชื้นหรือเปียกน้ำ
12. วัสดุของหลอดไฟฟ้าธรรมดา ทำด้วยสารชนิดใด
- ก. คาร์บอน
 - ข. ทองแดง
 - ค. อะลูมิเนียม
 - ง. ทังสแตน
13. หลอดนีออนจะใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด
- ก. ชนิดของก๊าซที่บรรจุ
 - ข. สีของแสงที่ต้องการ
 - ค. ความยาวของหลอด
 - ง. ข้อ ก. และ ข. ถูกต้อง
14. หลอดนีออนที่บรรจุก๊าซนีออนภายในหลอด จะให้แสงสีใด
- ก. สีขาว
 - ข. สีส้ม
 - ค. สีฟ้า
 - ง. สีชมพู
15. สารชนิดใด ที่บรรจุภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์
- ก. ก๊าซอาร์กอน
 - ข. ก๊าซนีออน
 - ค. โปรท
 - ง. ข้อ ก. และ ค. ถูกต้อง
16. ถ้าเครื่องเป่าผมไฟฟ้ามีเฉพาะลมเย็นออกมา แสดงว่าอุปกรณ์ในข้อใดอาจจะชำรุด
- ก. มอเตอร์
 - ข. ลวดความร้อน
 - ค. ไบพัสลัม
 - ง. ข้อ ก. และ ค. ถูกต้อง
17. อุปกรณ์ใดที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล
- ก. ไดนาโม
 - ข. มอเตอร์
 - ค. ลวดความร้อน
 - ง. ไบพัสลัม

18. พัดลมที่อยู่ในเครื่องดูดฝุ่นทำหน้าที่อะไร
- ก. กักฝุ่นที่ติดมากับอากาศ
 - ข. ควบคุมความแรงของเครื่อง
 - ค. ผลิตแรงลมทำให้สามารถดูดฝุ่นเข้าเครื่องได้
 - ง. ข้อ ข. และ ค. ถูกต้อง
19. ในการเจาะวัสดุที่แข็งโดยใช้ส่วนไฟฟ้า ควรเลือกระดับความเร็วอย่างไร
- ก. ความเร็วสูง
 - ข. ความเร็วต่ำ
 - ค. เริ่มด้วยความเร็วสูงก่อนแล้วค่อยลดความเร็วให้ต่ำลง
 - ง. เริ่มด้วยความเร็วต่ำก่อนแล้วค่อยเพิ่มความเร็วให้สูงขึ้น
20. หน่วยใดของคอมพิวเตอร์ที่เปรียบได้กับสมองของมนุษย์
- ก. หน่วยรับเข้าข้อมูล
 - ข. หน่วยแสดงผล
 - ค. หน่วยปฏิบัติงาน
 - ง. หน่วยประมวลผลกลาง
21. หน่วยรับเข้าของคอมพิวเตอร์ในอนาคต มีแนวโน้มสามารถรับข้อมูลตามข้อใด
- ก. ลายมือเขียน
 - ข. เสียงพูด
 - ค. ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว
 - ง. ถูกทุกข้อ
22. อุปกรณ์ใดบ้างที่สามารถเป็นได้ทั้งหน่วยรับเข้าและหน่วยส่งออกข้อมูล
- ก. เครื่องอ่านแผ่นดิสก์
 - ข. เครื่องพิมพ์
 - ค. แป้นพิมพ์
 - ง. จอภาพ
23. เครื่องใช้ในข้อใดทำงานโดยใช้หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
- ก. เต้าไฟฟ้า
 - ข. โทรศัพท์
 - ค. เครื่องปั่นขนมปัง
 - ง. หม้อหุงข้าว
24. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปตามสายโทรศัพท์
- ก. ลำโพง
 - ข. ไมโครโฟน
 - ค. ไฮบริดทรานสฟอร์มเมอร์
 - ง. ถูกทุกข้อ
25. บัตรเครดิตจะมีแถบสีน้ำตาลเข้มอยู่ด้านหลังของบัตรซึ่งเป็นแถบแม่เหล็ก แถบนี้แสดงให้ทราบถึงสิ่งใด
- ก. รหัสประจำตัว
 - ข. เลขบัญชี
 - ค. จำนวนเงินที่สามารถเบิกได้
 - ง. ถูกทุกข้อ
26. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของกระเพาะอาหารของมนุษย์
- ก. ฝ้ายิ้ว
 - ข. กระเพาะสิบสามกลีบ
 - ค. กระเพาะโอม้าซึม
 - ง. กระเพาะจริง

36. ข้อใดไม่ใช่อาหารที่นำแบคทีเรียมาใช้ในการผลิต
- ก. นมเปรี้ยว
 - ข. เนยเหลว
 - ค. เบียร์
 - ง. น้ำส้มสายชู
37. เอนไซม์ในข้อใดใช้เปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาล
- ก. อินเวอร์เทส
 - ข. โปรติเอส
 - ค. อะไมเลส
 - ง. เพกทิเนส
38. ข้อใดไม่ใช่วัตถุประสงค์หลักของการถนอมอาหาร
- ก. รักษาอาหารให้ปลอดภัยจากเชื้อ
 - ข. ทำลายหรือหยุดการทำงานของเอนไซม์
 - ค. ป้องกันการย่อยสลายของอาหารที่เกิดจากแมลง
 - ง. เพิ่มการเจริญของจุลินทรีย์
39. ข้อใดไม่ใช่สารเคมีที่เติมลงในอาหารเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
- ก. เกลือ
 - ข. น้ำตาล
 - ค. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 - ง. กรดซัลฟิวริก
40. การใส่ดินประสิวลงในอาหารเพื่อวัตถุประสงค์ในการถนอมอาหารอย่างไร
- ก. ป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
 - ข. ลดความชื้นในอาหาร
 - ค. ป้องกันการเหม็นหืน
 - ง. ทำให้อาหารมีรสดีขึ้น
41. รังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารคือรังสีใด
- ก. แอลฟา
 - ข. บีตา
 - ค. แกมมา
 - ง. อินฟราเรด
42. ก๊าซที่ใช้ในการกระตุ้นให้ผลไม้สุกเร็วคือก๊าซใด
- ก. ออกซิเจน
 - ข. คาร์บอนไดออกไซด์
 - ค. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 - ง. เอทิลีน
43. ข้อใดไม่ใช่วิธีการเก็บรักษาอาหารสดโดยวิธีการควบคุมความชื้นในห้องเย็น
- ก. ชะลอการระเหยของน้ำจากอาหาร
 - ข. ป้องกันการสูญเสียไอน้ำของอาหารสด
 - ค. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
 - ง. ทำให้ปริมาณน้ำในอาหารเหลือน้อยลง
44. อาหารในข้อใดไม่เหมาะในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง
- ก. ปลากระป๋อง
 - ข. ข้าวสาร
 - ค. นมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์
 - ง. ถั่วเหลือง

แบบประเมินผลก่อนเรียน/หลังเรียน

1. ข.	11. ง.	21. ง.	31. ค.	41. ค.
2. ง.	12. ง.	22. ก.	32. ง.	42. ง.
3. ก.	13. ค.	23. ข.	33. ง.	43. ง.
4. ง.	14. ข.	24. ข.	34. ข.	44. ค.
5. ข.	15. ง.	25. ง.	35. ง.	45. ค.
6. ก.	16. ข.	26. ข.	36. ค.	46. ก.
7. ก.	17. ข.	27. ก.	37. ค.	47. ค.
8. ง.	18. ค.	28. ก.	38. ง.	48. ค.
9. ค.	19. ข.	29. ค.	39. ง.	49. ก.
10. ค.	20. ง.	30. ง.	40. ง.	50. ค.

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 2	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และในสำนักงาน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
2. อุปกรณ์ไฟฟ้า
3. วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

สาระสำคัญ



ปัจจุบันเรานำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ในชีวิตประจำวันมากมาย ดังนั้นการเรียนรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าจึงมีความจำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้เราสามารถใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง โดยไม่เกิดอันตรายขึ้น การศึกษาเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด ไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านจึงมีความจำเป็นที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้



1. อธิบายการกำเนิดไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ได้
2. อธิบายการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้
3. สามารถต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้
4. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กระบวนการเรียนรู้



1. ขั้นนำ

1. ผู้เรียนดูภาพอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ พิวส์ สวิตช์ไฟฟ้า สะพานไฟฟ้า เต้าเสียบ เต้ารับ ฯลฯ
2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านั้น

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้เรียนนำอภิปรายเกี่ยวกับไฟฟ้าที่นักศึกษาคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน เช่น
 - ❖ ไฟฟ้าในบ้าน
 - ❖ ไฟฟ้าจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง
 - ❖ ไฟฟ้าจากถ่านไฟฉาย จากแบตเตอรี่รถยนต์
2. ผู้เรียนให้ความรู้ในการทำเซลล์ไฟฟ้าอย่างง่าย ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
3. ผู้เรียนทำการทดลองเรื่องเซลล์ไฟฟ้าอย่างง่ายโดยจัดเครื่องมือตามรูปที่ 1.3 ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4
4. ผู้เรียนทำการศึกษาถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ไฟฟ้า
5. ผู้สอนใช้ผลการทดลองอภิปรายร่วมกับนักศึกษาให้ได้สรุปถึงแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
6. ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมตามรายละเอียดในหนังสือวิทยาศาสตร์ 4
7. ผู้เรียนทำกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4

ขั้นสรุปและการประยุกต์

- ผู้สอนสรุปเนื้อหาหน้าชั้นเรียน
- ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
- ให้นักศึกษาทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1
- นักศึกษาตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล



1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
3. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
3. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. ชุดทดลองเซลล์ไฟฟ้าอย่างง่าย
3. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1

1.ผลการสอน

.....
.....
.....

2.ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

3.ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษการอยุธยา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 3	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และในสำนักงาน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน
2. หม้อหุงข้าวไฟฟ้า
3. เตารีดไฟฟ้า
4. กาต้มน้ำไฟฟ้า
5. กระทะไฟฟ้า
6. เครื่องทำน้ำอุ่น

สาระสำคัญ



เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนจะมีอุปกรณ์ที่ให้อำนาจความร้อนอยู่ภายในเครื่อง ซึ่งจัดได้ว่าเป็นหัวใจในการทำงาน โดยจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน เช่น หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เตารีดไฟฟ้า กาต้มน้ำไฟฟ้า กระทะไฟฟ้า และเครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น

มาตรฐานการเรียนรู้



1. บอกส่วนประกอบ และอธิบายหลักการทำงานของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า เตารีดไฟฟ้า กาต้มน้ำไฟฟ้า กระทะไฟฟ้า และเครื่องทำน้ำอุ่นได้
2. เลือกซื้อ และใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย
3. ทำการซ่อมแซม และแก้ไขเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนอย่างพื้นฐานได้
4. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กระบวนการเรียนรู้



1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมในเรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า
2. ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันอภิปรายว่าถ้าผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เตารีดไฟฟ้า แล้วจะเกิดอะไรขึ้น เพื่อนำเข้าสู่เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสม 6 กลุ่ม เพื่อทำการศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้
 - ❖ เครื่องควบคุมอุณหภูมิอย่างง่าย
 - ❖ หม้อหุงข้าวไฟฟ้า
 - ❖ เตารีดไฟฟ้า
 - ❖ กาต้มน้ำไฟฟ้า
 - ❖ กระทะไฟฟ้า
 - ❖ เครื่องทำน้ำอุ่น
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าในหัวข้อดังกล่าวจากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
3. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนอภิปรายเพิ่มเติมในส่วนที่หายไป

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน รวมทั้งหลักในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าให้ปลอดภัย
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. ชุดเครื่องควบคุมอุณหภูมิ 1 ชุด
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์ 1 ชุด
4. นาฬิกา
5. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 2

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิชาการอยุธยา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 4	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และในสำนักงาน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง
2. หลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้
3. หลอดเรืองแสง

สาระสำคัญ



เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างเป็นเครื่องใช้ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงซึ่งใช้ให้แสงสว่างในบ้านและสำนักงานทั่วไป ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ หลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้ และหลอดเรืองแสง

มาตรฐานการเรียนรู้



1. บอกส่วนประกอบ และอธิบายหลักการทำงานของหลอดไฟฟ้าธรรมดา หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดนีออนได้
2. เลือกใช้หลอดไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและการประหยัดพลังงาน
3. ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์บางอย่างในกรณีที่หลอดไฟฟ้าเกิดขัดข้องได้
4. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ความมีวินัยความรับผิดชอบความเชื่อมั่นในตนเองความสนใจใฝ่รู้ความรักสามัคคีความกตัญญูกตเวที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน



1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแหล่งที่มาของแสงสว่าง เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ เป็นต้น
2. ผู้เรียนยกตัวอย่างอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างตามบ้านเรือน

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน ทำการทดลองกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่องการขยายตัวของสตาร์เตอร์ ตามหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4
2. ผู้สอนให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาเขียนผลการทดลองบนกระดานดำ
3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพิ่มเติมจากที่รายงานผลการทดลอง
4. ผู้สอนให้ความรู้ในเรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนอาจารย์และผู้เรียนช่วยกันสรุปหลักการทำงานของหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบ
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. สตาร์เตอร์ที่ไม่มีกรอบแก้ว 1 ชุด/กลุ่ม
3. หลอดไฟ 6 โวลต์ พร้อมฐาน 1 ชุด/กลุ่ม
4. ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน 1 ชุด/กลุ่ม
5. สายไฟพร้อมคลิปหนีบ 3 เส้น/กลุ่ม
6. ตะเกียงแอลกอฮอล์ 1 ชุด/กลุ่ม



1. ผลการสอน

.....
.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 5	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และในสำนักงาน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล
2. เครื่องเป่าผม
3. เครื่องดูดฝุ่น
4. เครื่องซักผ้า
5. เครื่องปั่นผลไม้
6. ส่วนไฟฟ้า



สาระสำคัญ

เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่ให้พลังงานกล เป็นอุปกรณ์ที่ทำงาน โดยใช้หลักการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ มอเตอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำงาน โดยหลักการดังกล่าวได้แก่ เครื่องเป่าผม เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่นผลไม้ และส่วนไฟฟ้า เป็นต้น

มาตรฐานการเรียนรู้



บอกส่วนประกอบ และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องเป่าผมไฟฟ้า เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่นผลไม้ และส่วนไฟฟ้าได้

1. บอกข้อควรระวังในการใช้ ตลอดจนการบำรุงรักษา เครื่องเป่าผมไฟฟ้า เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่นผลไม้ และส่วนไฟฟ้าได้
3. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที



1. ขั้นนำ

1. อาจารย์ให้นักศึกษาทำการทดลองเรื่องการควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงตามกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ในหนังสือวิทยาศาสตร์ 4
2. ให้นักศึกษาร่วมกันอภิปรายหลักการทำงานของมอเตอร์ ให้ได้ข้อประเด็นที่ว่ามอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. อาจารย์และนักศึกษาร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะการหมุนของมอเตอร์จากผลการทดลอง
2. อาจารย์ให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล
3. อาจารย์ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสม 5 กลุ่ม เพื่อทำการศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้
 - ❖ เครื่องเป่าผม
 - ❖ เครื่องดูดฝุ่น
 - ❖ เครื่องซักผ้า
 - ❖ เครื่องปั่นผลไม้
 - ❖ สว่านไฟฟ้า
4. อาจารย์ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าในหัวข้อดังกล่าวจากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
5. ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานหน้าชั้นเรียน
6. อาจารย์อภิปรายเพิ่มเติมในส่วนที่หายไป

ขั้นสรุป

1. อาจารย์และนักศึกษาช่วยกันสรุปการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล
2. นักศึกษาซักถามข้อสงสัย
3. ให้นักศึกษาทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 4
4. นักศึกษาตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรมจริยธรรมค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์คะแนนขึ้นอยู่กับประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. อุปกรณ์ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ 1 ชุด/กลุ่ม
3. มอเตอร์ 1 ชุด/กลุ่ม
4. ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน และกล่องใส่ถ่านไฟฉาย 1 ชุด/กลุ่ม
5. สวิตช์ 1 ชุด/กลุ่ม
6. สายไฟพร้อมคลิปหนีบ 6 เส้น/กลุ่ม
7. โวลต์มิเตอร์ 1 ชุด/กลุ่ม

บันทึกหลังการสอน



1.ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

2.ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3.ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....

.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนบริหารวิทยา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 6	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และในสำนักงาน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



7. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล
8. เครื่องเป่าผม
9. เครื่องดูดฝุ่น
10. เครื่องซักผ้า
11. เครื่องปั่นผลไม้
12. ส่วนไฟฟ้า

สาระสำคัญ



เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่ให้พลังงานกล เป็นอุปกรณ์ที่ทำงาน โดยใช้หลักการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ มอเตอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำงาน โดยหลักการดังกล่าวได้แก่ เครื่องเป่าผม เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่นผลไม้ และส่วนไฟฟ้า เป็นต้น

มาตรฐานการเรียนรู้



บอกส่วนประกอบ และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องเป่าผมไฟฟ้า เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่นผลไม้ และส่วนไฟฟ้าได้

2. บอกข้อควรระวังในการใช้ ตลอดจนการบำรุงรักษา เครื่องเป่าผมไฟฟ้า เครื่องดูดฝุ่น เครื่องซักผ้า เครื่องปั่นผลไม้ และส่วนไฟฟ้าได้
3. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที



1. ขั้นนำ

1. อาจารย์ให้นักศึกษาทำการทดลองเรื่องการควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงตามกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ในหนังสือวิทยาศาสตร์ 4
2. ให้นักศึกษาร่วมกันอภิปรายหลักการทำงานของมอเตอร์ ให้ได้ข้อประเด็นที่ว่ามอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. อาจารย์และนักศึกษาร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะการหมุนของมอเตอร์จากผลการทดลอง
2. อาจารย์ให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล
3. อาจารย์ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสม 5 กลุ่ม เพื่อทำการศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้
 - ❖ เครื่องเป่าผม
 - ❖ เครื่องดูดฝุ่น
 - ❖ เครื่องซักผ้า
 - ❖ เครื่องปั่นผลไม้
 - ❖ สว่านไฟฟ้า
4. อาจารย์ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าในหัวข้อดังกล่าวจากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
5. ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานหน้าชั้นเรียน
6. อาจารย์อภิปรายเพิ่มเติมในส่วนที่หายไป

ขั้นสรุป

1. อาจารย์และนักศึกษาช่วยกันสรุปการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล
2. นักศึกษาซักถามข้อสงสัย
3. ให้นักศึกษาทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 4
4. นักศึกษาตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 4
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรมจริยธรรมค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์คะแนนขึ้นอยู่กับประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. อุปกรณ์ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ 1 ชุด/กลุ่ม
3. มอเตอร์ 1 ชุด/กลุ่ม
4. ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน และกล่องใส่ถ่านไฟฉาย 1 ชุด/กลุ่ม
5. สวิตช์ 1 ชุด/กลุ่ม
6. สายไฟพร้อมคลิปหนีบ 6 เส้น/กลุ่ม
7. โวลต์มิเตอร์ 1 ชุด/กลุ่ม

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....
.....
.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 7	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และในสำนักงาน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



1. โทรศัพท์
2. โทรสาร
3. เครื่องถ่ายเอกสาร
4. คอมพิวเตอร์
5. เครื่องอ่านบัตรเครดิต
6. เครื่องอ่านบาร์โคด

สาระสำคัญ



ในสำนักงานทั่วไปจำเป็นต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้ในการทำงาน โดยเฉพาะในสำนักงานที่ดำเนินงานทางธุรกิจ สิ่งอำนวยความสะดวกดังกล่าวมักเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน เช่น โทรศัพท์ โทรสาร เครื่องถ่ายเอกสาร คอมพิวเตอร์ เครื่องอ่านบัตรเครดิต และเครื่องอ่านบาร์โคด เป็นต้น

มาตรฐานการเรียนรู้



1. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของโทรศัพท์ได้
2. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของโทรสารได้
3. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสารได้
4. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ได้
5. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องอ่านบัตรเครดิตได้
6. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โคดได้
7. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน



1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่ตามสำนักงานเช่น
 - ❖ ให้ผู้เรียนบอกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่นักศึกษาเห็นตามสำนักงาน
 - ❖ ให้ผู้เรียนบอกประโยชน์ของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้นๆ

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มเป็น 6 กลุ่ม ตามความเหมาะสม เพื่อทำการศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้
 - ❖ โทรศัพท์
 - ❖ โทรสาร
 - ❖ เครื่องถ่ายเอกสาร
 - ❖ คอมพิวเตอร์
 - ❖ เครื่องอ่านบัตรเครดิต
 - ❖ เครื่องอ่านบาร์โคด
3. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าในหัวข้อดังกล่าวจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ของ สำนักพิมพ์ เอ็มพันธ์
4. ให้ผู้เรียนสลับกลุ่มกันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้
5. ผู้เรียนเขียนคำถามให้นักศึกษาตอบ
6. ผู้เรียนตอบคำถาม

ขั้นสรุป

1. ผู้เรียนและผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่ตามสำนักงาน
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันในกลุ่ม
3. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันในกลุ่ม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันในกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1



บันทึกหลังการสอน

1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....

.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 8	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และในสำนักงาน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



7. โทรศัพท์
8. โทรสาร
9. เครื่องถ่ายเอกสาร
10. คอมพิวเตอร์
11. เครื่องอ่านบัตรเครดิต
12. เครื่องอ่านบาร์โค้ด

สาระสำคัญ



ในสำนักงานทั่วไปจำเป็นต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้ในการทำงาน โดยเฉพาะในสำนักงานที่ดำเนินงานทางธุรกิจ สิ่งอำนวยความสะดวกดังกล่าวมักเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน เช่น โทรศัพท์ โทรสาร เครื่องถ่ายเอกสาร คอมพิวเตอร์ เครื่องอ่านบัตรเครดิต และเครื่องอ่านบาร์โค้ด เป็นต้น

มาตรฐานการเรียนรู้



7. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของโทรศัพท์ได้
8. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของโทรสารได้
9. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสารได้
10. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ได้
11. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องอ่านบัตรเครดิตได้
12. อธิบายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ดได้
7. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูทดแทน

กิจกรรมการเรียนรู้



1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่ตามสำนักงานเช่น
 - ❖ ให้ผู้เรียนบอกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่นักศึกษาเห็นตามสำนักงาน
 - ❖ ให้ผู้เรียนบอกประโยชน์ของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้นๆ

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มเป็น 6 กลุ่ม ตามความเหมาะสม เพื่อทำการศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้
 - ❖ โทรศัพท์
 - ❖ โทรสาร
 - ❖ เครื่องถ่ายเอกสาร
 - ❖ คอมพิวเตอร์
 - ❖ เครื่องอ่านบัตรเครดิต
 - ❖ เครื่องอ่านบาร์โคด
3. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าในหัวข้อดังกล่าวจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ของ สำนักพิมพ์ เอ็มพันธ์
4. ให้ผู้เรียนสลับกลุ่มกันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้
5. ผู้เรียนเขียนคำถามให้นักศึกษาตอบ
6. ผู้เรียนตอบคำถาม

ขั้นสรุป

1. ผู้เรียนและผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่ตามสำนักงาน
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 1

บันทึกหลังสอน



1. ผลการสอน

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....

.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิชาการอยุธยา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 9	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 2	ชื่อหน่วย ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายและ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



1. ระบบย่อยอาหาร
2. ระบบหายใจ
3. ระบบหมุนเวียนโลหิต
4. ระบบขับถ่าย
5. ระบบประสาท

สาระสำคัญ



1. ระบบต่างๆ ภายในร่างกายต้องมีการทำงานอย่างมีระบบและสัมพันธ์กันเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่ได้
2. ระบบย่อยอาหาร เป็นกระบวนการสลายโมเลกุลของอาหารให้มีขนาดเล็กลงเพื่อนำเข้าสู่เซลล์ได้
3. ระบบหายใจ เป็นการนำเอาออกซิเจนเข้าไปสันดาปกับอาหารเพื่อให้เกิดพลังงานในการดำรงชีวิต
4. ระบบหมุนเวียนโลหิต เป็นกระบวนการลำเลียงอาหารและลำเลียงก๊าซออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกาย นอกจากนี้ยังเป็นการลำเลียงของเสียไปสู่การขับถ่ายออกจากร่างกายด้วย
5. ระบบขับถ่ายเป็นการกำจัดของเสียหรือสารที่เป็นพิษอันเกิดจากกระบวนการเมตาโบลิซึม ออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต
6. ระบบประสาท คือ ระบบรับรู้ความรู้สึกจากสิ่งเร้าทั้งภายนอกและภายในแล้วนำมาสู่การแปลผล เพื่อตอบสนองสิ่งเร้า

มาตรฐานการเรียนรู้



1. อธิบายระบบย่อยอาหารของคนได้
2. อธิบายโครงสร้างและกลไกการหายใจของคนได้
3. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของหัวใจได้
4. อธิบายส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือดได้
5. อธิบายโครงสร้างของระบบขับถ่ายของเสียของคนได้
6. อธิบายโครงสร้างและการทำงานของระบบประสาทของคนได้
7. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้
ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้
ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวทิตะ

กิจกรรมการเรียนรู้



1. ขั้นนำ

1. ผู้เรียนดูแบบจำลองระบบต่างๆ ของร่างกายที่อาจารย์นำมา
2. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและซักถามข้อสงสัย

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 1

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน เลือกประธานและเลขานุการกลุ่ม
2. ประธานของแต่ละกลุ่มจับฉลากเพื่อรับใบงานไปศึกษาหาความรู้ จากหนังสือวิทยาศาสตร์ 4 ในหัวข้อต่อไปนี้
 - ❖ ระบบย่อยอาหาร
 - ❖ ระบบหายใจ
 - ❖ ระบบหมุนเวียนโลหิต
 - ❖ ระบบขับถ่าย
 - ❖ ระบบประสาท
3. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปความโดยย่อใส่แผ่นใสและให้ตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามจากใบงานกลุ่มละ 2 ข้อ
5. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนถามคำถามเพื่อนในห้อง
6. ผู้เรียนในห้องเรียนช่วยกันตอบคำถาม
7. ผู้สอนและผู้เรียนประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม และประเมินผลการนำเสนอผลงานของกลุ่มและจดบันทึกคะแนนไว้

ตอนที่ 2

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มทำกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้เพียงกลุ่มละ 2. กิจกรรม ตามกิจกรรมที่ 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 ในหนังสือแบบเรียน วิทยาศาสตร์ 4 สำนักพิมพ์เอมพันธ์
3. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลองของแต่ละๆกลุ่ม

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย
2. นักศึกษาซักถามข้อสงสัย
3. ให้นักศึกษาทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 6
4. นักศึกษาตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการทำงานเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 2
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานเข้าร่วมกิจกรรม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 2
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการทำงานเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 2 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. แบบจำลองระบบต่างๆ ของร่างกาย
3. ใบงาน
4. แผ่นใสสำหรับนักศึกษาเขียนเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 2

อุปกรณ์กิจกรรมที่ 2.1

1. แมลงสาบ
2. มืดโกน
3. กรรไกร
4. เข็มหมุด
5. ภาชนะใส

อุปกรณ์กิจกรรมที่ 2.3

1. หัวใจหมูหรือวัว
2. กรรไกร
3. ภาชนะใส

อุปกรณ์กิจกรรมที่ 2.2

1. ปอดหมูหรือวัว
2. ท่อพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 cm
ยาว 30 cm
3. มืดโกน
4. ภาชนะใส

อุปกรณ์กิจกรรมที่ 2.4

1. ไตหมูหรือวัว
2. มืดโกน
3. แวนชยาย
4. ภาชนะใส

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษา

ใบงาน

เรื่อง ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

จุดประสงค์ เพื่อฝึกปฏิบัติการศึกษาค้นคว้าและสรุปความ

คำสั่ง ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มและแต่ละกลุ่มจับฉลากศึกษาค้นคว้าตามหัวข้อต่อไปนี้แล้วบันทึกลงแผ่นใส
เสนอหน้าชั้นเรียน

กลุ่มที่ 1 ระบบย่อยอาหาร

กลุ่มที่ 2 ระบบหายใจ

กลุ่มที่ 3 ระบบหมุนเวียนโลหิต

กลุ่มที่ 4 ระบบขับถ่าย

กลุ่มที่ 5 ระบบประสาท

ระบบ

.....

.....

กลุ่มที่

1. ชื่อ เลขที่ ประธานกลุ่ม

2. ชื่อ เลขที่ สมาชิก

3. ชื่อ เลขที่ สมาชิก

4. ชื่อ เลขที่ สมาชิก

5. ชื่อ เลขที่ เลขานุกรการกลุ่ม

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 10	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 2	ชื่อหน่วย ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายและ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้

1. กฎของเมนเดล และการค้นพบสารพันธุกรรม
2. สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
3. การจำลองตัวของดีเอ็นเอ
4. การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสารพันธุกรรม
5. ความผิดปกติของโครโมโซม
6. โรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม
7. การตรวจสอบ DNA ของพ่อ-แม่-ลูก

สาระสำคัญ



1. กฎของเมนเดลเป็นกฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
2. สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตคือ DNA ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต จึงทำให้ DNA จึงควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิต
3. โครโมโซมเป็น โครงสร้างที่เกิดจาก DNA หลายพันล้านนิวคลีโอไทด์ ความผิดปกติบนโครโมโซมแม้เพียงจุดเล็กๆ มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะผิดปกติไปและจะถ่ายทอดความผิดปกติทางพันธุกรรมนั้นต่อไปด้วย
4. การตรวจสอบ DNA เป็นการตรวจลักษณะเฉพาะของบุคคลจากสารพันธุกรรมซึ่งอาจเรียกว่า การตรวจสอบลายพิมพ์ DNA หรือ DNA Typing

มาตรฐานการเรียนรู้



1. อธิบายกฎของเมนเดลได้
2. สามารถหา Genotype และ Phenotype ของสิ่งมีชีวิตโดยใช้กฎของเมนเดลได้
3. อธิบายโครงสร้างของ DNA การสังเคราะห์ DNA, RNA และการสังเคราะห์โปรตีนได้
4. อธิบายความสำคัญของโครโมโซม และผลที่เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซมได้
5. สรุปความสำคัญและประโยชน์ของการตรวจสอบ DNA ได้

6. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กิจกรรมการเรียนรู้



1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนอภิปรายถึงสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในโลกว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
2. ผู้เรียน 3 คน อาสาสมัครมาอภิปรายในประเด็นที่ว่าตนเหมือนหรือต่างจากพ่อแม่
3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะที่มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 1

1. ให้ผู้เรียนค้นคว้าลักษณะทางพันธุกรรมตามกฎของเมนเดล จากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4
2. นำผลการศึกษามาอภิปรายร่วมกัน โดยอาจารย์เป็นผู้ให้ความรู้ถึงข้อจำกัดที่นักศึกษาอภิปรายไม่ได้
3. ผู้เรียน ศึกษากิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ที่ 7.1 เรื่องการหา Genotype และ Phenotype ตามหนังสือเรียน
4. นำผลที่ได้จากการศึกษากิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้อภิปรายร่วมกันโดยอาจารย์เป็นผู้เสริมในส่วนที่ขาดไป

ตอนที่ 2

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม 6 กลุ่มตามความเหมาะสม แล้วให้ตัวแทนจับฉลากเพื่อศึกษาหัวข้อต่อไปนี้กลุ่มละ 1 หัวข้อ จากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4
 1. สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
 2. การจำลองตัวของดีเอ็นเอ
 3. การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสารพันธุกรรม
 4. ความผิดปกติของโครโมโซม
 5. โรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม
 6. การตรวจสอบ DNA ของพ่อ-แม่-ลูก
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแล้วสรุปความใส่แผ่นใสให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน
3. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามจากข้อความในแผ่นใสกลุ่มละ 2 ข้อ ถามเพื่อนในชั้นเรียน
4. ผู้เรียนในชั้นเรียนช่วยกันตอบคำถาม
5. ผู้สอนและผู้เรียนประเมินพฤติกรรม การปฏิบัติงานกลุ่ม และประเมินผลการนำเสนอผลงานของกลุ่ม จดบันทึกคะแนนไว้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนให้ความรู้เพิ่มเติมจากแผ่นใสที่นักศึกษาเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ตรวจแบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง



แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. ใบงาน
3. แผ่นใสสำหรับนักศึกษาเขียนเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 7

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 11	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วย จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้

1. ความสำคัญของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
3. การเสื่อมสภาพของอาหาร
4. สาเหตุของการเสื่อมสภาพของอาหาร
5. การเป็นพิษของอาหาร
6. การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในการผลิตอาหาร
7. การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรม

สาระสำคัญ

จุลินทรีย์ในอาหารเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสีย และเป็นพิษ ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ส่วนใหญ่ปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อม จุลินทรีย์จะเจริญได้นั้นต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ เช่น อาหาร ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจน เป็นต้น การเสื่อมสภาพและเน่าเสียของอาหารเกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ขับเอนไซม์ออกมาย่อยสารอาหารทำให้เกิดสารที่มีกลิ่น มีรสเปรี้ยว และเกิดก๊าซขึ้น นอกจากนั้นยังอาจเกิดจากสาเหตุทางเคมีและทางกายภาพร่วมด้วย ปัจจุบันความรู้ที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์มีบทบาทที่สำคัญเพราะถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการถนอมอาหารและการผลิตอาหารในระดับอุตสาหกรรม

มาตรฐานการเรียนรู้

1. อธิบายความสำคัญของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหารได้
2. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้
3. สรุปสาเหตุการเสื่อมคุณภาพของอาหารและการเน่าเสียของอาหารได้
4. อธิบายการเป็นพิษของอาหารอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ได้
5. อธิบายประโยชน์จากจุลินทรีย์ในการผลิตอาหารและในอุตสาหกรรมได้
6. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน



1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนนำนมบูดใส่แก้วเปรียบเทียบกับนมที่ไม่บูดให้นักศึกษาสังเกตความแตกต่างแล้วอภิปรายหาสาเหตุของนมที่บูด เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าเป็นจุลินทรีย์
2. ผู้สอนอาจารย์และผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประโยชน์และโทษของจุลินทรีย์ที่มีผลเกี่ยวกับอาหาร

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 2.1 ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสมเพื่อทำการศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้
 1. ความสำคัญของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร
 2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
 3. การเสื่อมสภาพของอาหาร
 4. การเป็นพิษของอาหาร
 5. การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในการผลิตอาหาร
 6. การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรม
- 2.2. ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าในหัวข้อดังกล่าวจากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ 4
- 2.3. ผู้สอนให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานหน้าชั้นเรียน
- 2.4. ผู้สอน อาจารย์อภิปรายเพิ่มเติมในส่วนที่หายไป

ขั้นสรุป

1. อาจารย์และผู้เรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับประโยชน์และโทษของจุลินทรีย์
2. ผู้สอนผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 8
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 8
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 8
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 8 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง



แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. นมตี 1 กล่อง
3. นมบูด 1 กล่อง
4. บิกเกอร์ 2 ใบ
5. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 12	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วย จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



1. ความสำคัญของการถนอมอาหาร
2. วิธีการถนอมอาหาร
3. การนำเอาเทคโนโลยีการถนอมอาหารมาใช้เพื่อชะลอการสุกของผลไม้

สาระสำคัญ



การถนอมอาหารเป็นการเก็บรักษาอาหารไว้รับประทานทั้งในเวลาปกติและเวลาที่ขาดแคลน หรือนอกฤดูกาลได้ เป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติและรายจ่าย ได้รสชาติของอาหารที่แปลกออกไป วิธีการถนอมอาหารโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่จะแบ่งได้เป็นการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน ความเย็น การหมักดอง การใช้รังสี และสารเคมี และอาจใช้การลดความชื้นเข้ามาด้วยเพื่อให้ได้อาหารที่มีประสิทธิภาพ มีคุณค่า และยังสามารถพัฒนาก้าวไปสู่ระบบอุตสาหกรรมได้

มาตรฐานการเรียนรู้



1. อธิบายความสำคัญของการถนอมอาหารได้
2. รู้จักวิธีการถนอมอาหาร สามารถเลือกใช้ให้ถูกต้อง และเหมาะสมกับชนิดของอาหาร
3. เข้าใจวิธีการจัดการผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
4. สามารถนำวิธีการถนอมอาหารมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
5. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน



1. ขั้นนำ

1. ผู้เรียนดูภาพโปสเตอร์ เรื่องการจัดหมวดหมู่ของการถนอมอาหารแล้วอภิปรายให้ได้ประเด็นว่าทำไมต้องมีการถนอมอาหาร
2. ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายแล้วซักถามข้อสงสัย
3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของการถนอมอาหาร

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนจัดกลุ่มอภิปรายย่อย 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ศึกษาค้นหาหาความรู้ตามหัวข้อต่อไปนี้
 1. การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน
 2. การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น
 3. การถนอมอาหารโดยใช้สารเคมี หรือสารปรุงแต่ง
 4. การถนอมอาหารโดยใช้รังสี
 5. การถนอมอาหารโดยใช้จุลินทรีย์หมักดอง
 6. การถนอมอาหารโดยใช้วิธีลดความชื้น
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูล จากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 หรือหนังสือในห้องสมุด
3. ตัวแทนนักศึกษาในแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน
4. ผู้สอนและประธานกลุ่มสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมของสมาชิก

ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญในเรื่องการถนอมอาหาร
2. ผู้สอนสรุปเนื้อหาในหน่วยที่ 3 ของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 อีกครั้ง
3. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
4. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3
5. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนรู้การสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. โปสเตอร์การถนอมอาหาร
3. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
4. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
4. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
3. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
4. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิชาการอยุธยา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 13	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วย จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



1. ประเภทของการเก็บรักษา
2. การนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อยืดอายุของดอกไม้
3. ชนิดของบรรจุภัณฑ์
4. การขนส่ง

สาระสำคัญ



1. การเก็บรักษาอาหารควรเก็บให้ถูกต้องกับชนิดและลักษณะของอาหาร เช่น อาหารขึ้นควรเก็บในที่ชื้น อาหารแห้งควรเก็บในที่แห้ง และอาหารแช่แข็งควรเก็บในตู้แช่แข็ง การเก็บอาหารควรห่อหรือใส่ภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิดเพื่อป้องกันการสูญเสีย กลิ่น รส
2. ปัจจัยคุณภาพของดอกไม้มักจะคำนึงถึงช่วงของความสดของดอกไม้ระหว่างการปักในแจกัน อายุการวางจำหน่าย และอายุในการเก็บรักษา
3. บรรจุภัณฑ์เป็นวัสดุที่ใช้ในการห่อหุ้มอาหารหรือผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปมีอยู่หลายชนิด การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ขึ้นกับคุณสมบัติ ปริมาณ ขนาด และประเภทของอาหารหรือผลิตภัณฑ์ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยเพิ่มสีสัน ลวดลายให้เหมาะสมและมีความสวยงาม จะทำให้ผลิตภัณฑ์หรือสินค้านั้นได้รับความสนใจต่อผู้บริโภคมากขึ้น
4. การขนส่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพของอาหารให้คงคุณค่าของสารอาหารตามเดิมและมีความปลอดภัยต่อการบริโภค

มาตรฐานการเรียนรู้



อธิบายวิธีการเก็บรักษาอาหารที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพ การสูญเสียคุณค่าของอาหารได้

1. เข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของดอกไม้เพื่อช่วยยืดอายุของดอกไม้ได้
2. เข้าใจความสำคัญของบรรจุภัณฑ์ที่มีผลต่ออาหาร และสามารถเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม
3. อธิบายการขนส่งที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดการสูญเสียของอาหารได้

4. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสนทนาความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องการถนอมอาหาร
2. ผู้สอนและผู้เรียนเล่าประสบการณ์ถึงวิธีการเก็บรักษาอาหารให้สอดคล้องและอยู่ได้นาน
3. ให้ ผู้เรียนเล่าประสบการณ์การส่งพัสดุทางไปรษณีย์

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลดี ผลเสียของการบรรจุภัณฑ์
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนดูภาชนะที่ใช้บรรจุภัณฑ์ เช่น กระป๋อง กลัง ถังพลาสติก ที่อาจารย์นำมา
3. เมื่อผู้เรียนศึกษารายละเอียดในข้อ 5 แล้วอาจารย์และนักศึกษาร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์ถึงผลดี ผลเสียของการบรรจุภัณฑ์
 - ❖ สาเหตุของการกระทำดังกล่าว
 - ❖ ผลดีผลเสียที่เกิดขึ้น
 - ❖ วิธีการแก้ไข
4. ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันอภิปรายถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
5. ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมตามรายละเอียดในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4

ขั้นสรุปผู้เรียน

1. ผู้เรียนนักศึกษาร่วมกันอภิปรายถึงการนำเอาความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
3. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
3. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
2. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
3. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. ภาชนะที่ใช้บรรจุภัณฑ์ เช่น กระป๋อง กล่อง ถุง
3. แผ่นใสเจลดยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์การอาชีพ

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 14	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วย จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



1. ความหมายของสารเคมี
2. สารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ
3. สารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร
4. สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร
5. สารเคมีที่ใช้เพื่อสาธารณสุขโลก
6. เครื่องสำอาง
7. สารเคมีที่ใช้ในสำนักงาน

สาระสำคัญ



สารเคมีมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะใช้เป็นส่วนประกอบหรือปรุงแต่งอาหาร ยารักษาโรค เครื่องสำอาง การป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ และสารที่ใช้เพิ่มรสชาติของอาหาร เป็นต้น

มาตรฐานการเรียนรู้



1. อธิบายความหมายของสารเคมีได้
2. เข้าใจบทบาทของสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้
3. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติได้
4. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหารได้
5. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรได้
6. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่ใช้เพื่อสาธารณสุขโลกได้
7. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่ใช้ในสำนักงานได้
8. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน



1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนใช้คำถามนำเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันของนักศึกษา
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเขียนรายการสารเคมีที่ใช้ในบ้าน โดยเขียนให้ได้มากที่สุด
3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในสำนักงานจากรายการที่นักศึกษาแต่ละคนเขียน

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 1

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสมและศึกษาค้นคว้าจากใบงานตามหัวข้อต่อไปนี้
 1. สารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ
 2. สารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร
 3. สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร
 4. สารเคมีที่ใช้เพื่อสาธารณสุข
 5. สารเคมีที่ใช้ในสำนักงาน
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแล้วเขียนสรุปลงแผ่นใส
3. ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนอธิบายสรุปเพิ่มเติม และตอบข้อซักถามของนักศึกษา

ตอนที่ 2

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าตามกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ในหนังสือเรียน
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลงานแล้วสรุปผลลงตารางบันทึกผล
3. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปและแก้ไขข้อบกพร่องของงาน

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนสรุปเนื้อหาหน้าชั้นเรียน
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. ประเมินจากใบงาน
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
4. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
5. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. ใบงาน
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
4. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
5. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. ใบงาน ไม่มีเกณฑ์ผ่านแต่นำคะแนนไปรวมกับการวัดผลปลายภาค
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. ใบงาน
3. แผ่นใส ปากกาเขียนแผ่นใส
4. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษา

ใบงาน

เรื่อง จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์ เพื่อให้ให้นักศึกษารู้จักค้นคว้าและแยกแยะชนิดของสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

คำสั่ง ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสมแล้วเขียนชื่อสารเคมีตามหัวข้อต่อไปนี้ให้ได้มากที่สุด

1. สารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ
2. สารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร
3. สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร
4. สารเคมีที่ใช้ในสาธารณสุขโลก
5. สารเคมีที่ใช้ในสำนักงาน

หัวข้อเรื่อง.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กลุ่มที่

1. ชื่อ เลขที่ ประธานกลุ่ม
2. ชื่อ เลขที่ สมาชิก
3. ชื่อ เลขที่ สมาชิก
4. ชื่อ เลขที่ สมาชิก
5. ชื่อ เลขที่ เลขานุการกลุ่ม

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 15	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วย จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้



1. ความหมายของสารเคมี
2. สารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ
3. สารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร
4. สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร
5. สารเคมีที่ใช้ในเพื่อสาธารณสุขปโภค
6. เครื่องสำอาง
7. สารเคมีที่ใช้ในสำนักงาน

สาระสำคัญ



สารเคมีมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นใช้เป็นส่วนประกอบหรือปรุงแต่งอาหาร ยารักษาโรค เครื่องสำอาง การป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ และสารที่ใช้เพิ่มรสชาติของอาหาร เป็นต้น

มาตรฐานการเรียนรู้



8. อธิบายความหมายของสารเคมีได้
9. เข้าใจบทบาทของสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้
10. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติได้
11. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหารได้
12. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรได้
13. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่ใช้ในเพื่อสาธารณสุขปโภคได้
14. สามารถยกตัวอย่างและอธิบายสารเคมีที่ใช้ในสำนักงานได้
8. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน



1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนใช้คำถามนำเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันของนักศึกษา
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเขียนรายการสารเคมีที่ใช้ในบ้าน โดยเขียนให้ได้มากที่สุด
3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในสำนักงานจากรายการที่นักศึกษาแต่ละคนเขียน

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 1

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสมและศึกษาค้นคว้าจากใบงานตามหัวข้อต่อไปนี้
 1. สารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ
 2. สารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร
 3. สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร
 4. สารเคมีที่ใช้เพื่อสาธารณสุข
 5. สารเคมีที่ใช้ในสำนักงาน
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแล้วเขียนสรุปลงแผ่นใส
3. ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนอธิบายสรุปเพิ่มเติม และตอบข้อซักถามของนักศึกษา

ตอนที่ 2

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าตามกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ในหนังสือเรียน
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลงานแล้วสรุปผลลงตารางบันทึกผล
3. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปและแก้ไขข้อบกพร่องของงาน

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนสรุปเนื้อหาหน้าชั้นเรียน
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล



วิธีวัดผล

1. ประเมินจากใบงาน
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
4. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
5. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. ใบงาน
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
4. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
5. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. ใบงาน ไม่มีเกณฑ์ผ่านแต่นำคะแนนไปรวมกับการวัดผลปลายภาค
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน



1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. ใบงาน
3. แผ่นใส ปากกาเขียนแผ่นใส
4. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....
.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....
.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนบริหารการอยุธยา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 16	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วย จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้

1. คะแนนเก็บ
2. มาตรฐานและสาระการเรียนรู้ที่ใช้สอบปลายภาค
 1. สอบปลายภาคเรียน

สาระสำคัญ

การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ทำให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล เครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย พันธุกรรม จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร การถนอมอาหาร การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาและการขนส่ง และสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในสำนักงาน รวมทั้งได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กัน ไปด้วยกับการเรียนเรื่องต่างๆ ทราบถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังต้องรู้จักนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และสร้างสรรค์

มาตรฐานการเรียนรู้

1. ผู้เรียนทราบคะแนนเก็บระหว่างภาค
2. ผู้เรียนทราบมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ที่จะใช้สอบปลายภาค
3. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวทิต

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนใช้คำถามนำเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันของนักศึกษา
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเขียนรายการสารเคมีที่ใช้ในบ้าน โดยเขียนให้ได้มากที่สุด
3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในสำนักงานจากรายการที่นักศึกษาแต่ละคนเขียน

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 1

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสมและศึกษาค้นคว้าจากใบงานตามหัวข้อต่อไปนี้
 1. สารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ
 2. สารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร
 3. สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร
 4. สารเคมีที่ใช้เพื่อสาธารณสุข
 5. สารเคมีที่ใช้ในสำนักงาน
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแล้วเขียนสรุปลงแผ่นใส
3. ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนอธิบายสรุปเพิ่มเติม และตอบข้อซักถามของนักศึกษา

ตอนที่ 2

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าตามกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ในหนังสือเรียน
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลงานแล้วสรุปผลลงตารางบันทึกผล
3. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปและแก้ไขข้อบกพร่องของงาน

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนสรุปเนื้อหาหน้าชั้นเรียน
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล

1. ประเมินจากใบงาน
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
4. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
5. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. ใบงาน
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
4. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
5. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. ใบงาน ไม่มีเกณฑ์ผ่านแต่นำคะแนนไปรวมกับการวัดผลปลายภาค
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. ใบงาน
3. แผ่นใส ปากกาเขียนแผ่นใส
4. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิชาการอยุธยา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 17	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วย จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน(ต่อ)	เวลา 4 คาบ

สาระการเรียนรู้

1. คะแนนเก็บ
2. มาตรฐานและสาระการเรียนรู้ที่ใช้สอบปลายภาค
2. สอบปลายภาคเรียน

สาระสำคัญ

การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ทำให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล เครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงาน ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย พันธุกรรม จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร การถนอมอาหาร การบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาและการขนส่ง และสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในสำนักงาน รวมทั้งได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กัน ไปด้วยกับการเรียนเรื่องต่างๆ ทราบถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังต้องรู้จักนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และสร้างสรรค์

มาตรฐานการเรียนรู้

1. ผู้เรียนทราบคะแนนเก็บระหว่างภาค
2. ผู้เรียนทราบมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ที่จะใช้สอบปลายภาค
3. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้ในด้านความมีมนุษยสัมพันธ์ ความมีวินัย ความรับผิดชอบ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสนใจใฝ่รู้ ความรักสามัคคี ความกตัญญูกตเวที

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นนำ

1. ผู้สอนใช้คำถามนำเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันของนักศึกษา
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละคนเขียนรายการสารเคมีที่ใช้ในบ้าน โดยเขียนให้ได้มากที่สุด
3. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายถึงสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในสำนักงานจากรายการที่นักศึกษาแต่ละคนเขียน

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตอนที่ 1

1. ผู้เรียนแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสมและศึกษาค้นคว้าจากใบงานตามหัวข้อต่อไปนี้
 1. สารเคมีที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ
 2. สารเคมีที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร
 3. สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร
 4. สารเคมีที่ใช้เพื่อสาธารณสุข
 5. สารเคมีที่ใช้ในสำนักงาน
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาแล้วเขียนสรุปลงแผ่นใส
3. ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนอธิบายสรุปเพิ่มเติม และตอบข้อซักถามของนักศึกษา

ตอนที่ 2

1. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าตามกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ในหนังสือเรียน
2. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลงานแล้วสรุปผลลงตารางบันทึกผล
3. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน
4. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปและแก้ไขข้อบกพร่องของงาน

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนสรุปเนื้อหาหน้าชั้นเรียน
2. ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย
3. ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3
4. ผู้เรียนตรวจคำตอบจากแผ่นใส และประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเอง

กระบวนการวัดผลและการประเมินผล

วิธีวัดผล

1. ประเมินจากใบงาน
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. สังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
4. ตรวจสอบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
5. การสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. ใบงาน
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
4. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3
5. แบบประเมินการสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การประเมินผล

1. ใบงาน ไม่มีเกณฑ์ผ่านแต่นำคะแนนไปรวมกับการวัดผลปลายภาค
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล ต้องไม่มีช่องปรับปรุง
3. เกณฑ์ผ่านการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม คือปานกลาง (50% ขึ้นไป)
4. แบบประเมินผลการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เกณฑ์ผ่านคือ 50% ขึ้นไป
5. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับ การประเมินตามสภาพจริง

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ของสำนักพิมพ์เอมพันธ์
2. ใบงาน
3. แผ่นใส ปากกาเขียนแผ่นใส
4. แผ่นใสเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้หน่วยที่ 3

บันทึกหลังการสอน



1. ผลการสอน

.....
.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....
.....

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษา

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 18	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 3000-1423	วิชา วิทยาศาสตร์ 4	ท-ป-น 2-2-3
หน่วยที่ 1-3	ชื่อหน่วย สอบปลายภาค	เวลา 4 คาบ

วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา

ตารางการวิเคราะห์การประเมินตามสภาพจริง

3000-1423 (วิทยาศาสตร์4)

ลำดับ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือวัด	จำนวน ข้อ	คะแนน	หมายเหตุ
1	อธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าและวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าแบบต่างๆ	ข้อสอบอัตนัย	8	80	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ไม่ผ่านผู้สอนสามารถสอนซ่อมเสริมได้
2	ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดในงานไฟฟ้าต่างๆได้	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
3	ตรวจแบบฝึกหัด	แบบประเมิน	1	10	
		รวม	10	100	

การประเมินผล

ด้านพุทธิพิสัย

40 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
1. อธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า และวิธีการใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้า แบบต่างๆ	ข้อสอบอัตนัย	40	ไม่ต่ำกว่า 20 คะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่าน เกณฑ์สามารถสอบ ซ่อมเสริมได้

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1)

จงตอบคำถามต่อไปนี้ (80คะแนน)

- 1.แหล่งกำเนิดไฟฟ้ามาจากกระบวนการอะไรบ้าง 10 คะแนน
- 2.อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบด้วยอะไรบ้าง 10 คะแนน
- 3.วงจรไฟฟ้าภายในบ้านประกอบด้วยอะไรบ้าง 10 คะแนน
- 4.เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่อะไรบ้าง 10 คะแนน
- 5.ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าธรรมดา มีอะไรบ้าง 10 คะแนน
- 6.สารเรืองแสงที่สามารถปล่อยแสงสว่างออกมาได้แก่อะไรบ้างและให้แสงสีใดบ้าง 10 คะแนน
- 7.เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลมีอะไรบ้างจงอธิบายส่วนประกอบและวิธีการทำงานพอสังเขป 10 คะแนน
- 8.จงอธิบายความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ตามลักษณะการทำงาน 10 คะแนน

เกณฑ์การวัด

ตอบ 1.แหล่งกำเนิดไฟฟ้ามาจาก 3 ลักษณะได้แก่

1.1 จากปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการแตกตัวของไอออนทำให้เกิดประจุอิสระคือไอออนบวกให้ประจุ +
ไอออนลบให้ประจุ -

ปฏิกิริยาแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

เซลล์ไฟฟ้าแบบปฐมภูมิ (Primary Cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าอย่างง่าย เช่น ถ่านไฟฉาย

เซลล์ไฟฟ้าแบบทุติยภูมิ (Secondary Cell) เช่น เซลล์ไฟฟ้าแบบตะกั่ว แบตเตอรี่

1.2 แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำค้นพบโดยไม่เคิลฟาราเดย์โดยหมุนขดลวดตัดกับ

สนามแม่เหล็กเรียกว่าไดนาโมมีขดลวดตัวนำเรียกว่า อาร์มาเจอร์

1.3 แหล่งกำเนิดไฟฟ้ามาจากปฏิกิริยาโฟโตอิเล็กทริกเช่นเซลล์สุริยะ(Sola Cell)ที่ประกอบด้วยแผ่นซิลิกอน(Silcon) 2 แผ่นซ้อนกันชั้นแรกเป็นแผ่นซิลิกอนผสมกับฟอสฟอรัสซ้อนทับกับแผ่นที่2เป็นซิลิกอนผสมกับโบรอนเมื่อแสงตกกระทบแผ่นด้านบนจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาตามลวดตัวนำสู่แผ่นด้านล่าง

ตอบ 2. อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบด้วย

2.1 สายไฟ มีหลายแบบแตกต่างกัน คือ สายทนความร้อน สายไฟคู่ สายไฟเดี่ยว สายไฟคู่อ่อน

2.2 สวิตช์ไฟฟ้า แบ่งเป็น 3 แบบ คือ สวิตช์ธรรมดา สวิตช์ 2 ทาง สวิตช์อัตโนมัติ

2.3 พิวส์เป็นโลหะผสมระหว่างตะกั่ว ดีบุก และบิสมัท

พิวส์เส้น ใช้กับสะพานไฟทั่วไป

พิวส์แผ่น ใช้กับกระแสไฟที่มีกระแสมากกว่าพิวส์เส้น

พิวส์กระเบื้อง ใช้กับสายเมนที่เข้าบ้านเป็นพิวส์ที่มีขนาดกระโหลมมาก

พิวส์หลอดใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆเช่นวิทยุ

ปริมาณกระแสไฟฟ้าคำนวณได้จากสูตร $P = VI$

P = กำลังไฟฟ้า watt

V = ศักดิ์ไฟฟ้า Volt

I = กระแสไฟฟ้า Ampere

2.4 สะพานไฟหรือคัตเอาต์จะเป็นตัวตัดของกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ซ่อมแซมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้อย่างปลอดภัย

2.5 เต้ารับและเต้าเสียบ เต้ารับหรือเต้าเสียบเรียกกันว่าปลั๊กเป็นตัวที่ต่อกับสายไฟ 2 สายที่ติดไว้บริเวณต่างๆเมื่อต้องการใช้กระแสไฟฟ้าก็เอาเต้าเสียบไปเสียบ

ปลั๊กแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 2 ขาและ 3 ขาจะมีขาที่ต่อดินเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วในขณะที่ใช้งาน

ตอบ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านประกอบด้วย

1.1 มาตรไฟฟ้าหรือมิเตอร์ไฟฟ้าใช้คำนวณค่าไฟฟ้าตามการใช้งาน

1.2 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติหรือสะพานไฟ

1.3 สะพานไฟย่อย

1.4 ปลั๊กและเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตอบ 4 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่

4.1 ขดลวดความร้อนหรือแผ่นความร้อน(Heater)เป็นแผ่นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลกับโครเมียม ซึ่งมีชื่อเรียกว่าขดลวดนิกโรมมีความต้านทานไฟฟ้าและจุดหลอมเหลวสูงทำให้ขดลวดไม่ขาดเมื่อเกิดความร้อนขึ้นที่ขดลวด

4.2 สวิตซ์ความร้อนอัตโนมัติ(Thermostat)ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ร้อนเกินไปมีส่วนประกอบโลหะต่างชนิดกัน 2 แผ่นประกบกันเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวได้ไม่เท่ากันแยกออกจากกันเช่นเหล็กกับทองเหลือง

ตอบ 5 ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าธรรมดาที่สำคัญคือ

- 5.1 หลอดแก้ว
- 5.2 ก๊าซที่บรรจุภายในหลอด
- 5.3 ไส้หลอด
- 5.4 สายต่อภายในหลอด
- 5.5 ก้านยึดไส้หลอด
- 5.6 ขั้วไฟฟ้า

ตอบ 6 สารเรืองแสง คือ แคดเมียมบอเรต ให้แสงสีชมพู

- แคดเมียมซิริเคด ให้แสงสีชมพูอ่อน
- แมกนีเซียมทั้งสเตรด ให้แสงสีขาวอมฟ้า
- แคลเซียมทั้งสเตรด ให้แสงสีน้ำเงิน
- ซิงก์ซิลิเคด ให้แสงสีเขียว
- ซิงก์เบริลเลียมซิลิเคด ให้แสงสีเหลืองนวล
- กำขนิออน ให้แสงสีแดงหรือสีส้ม
- กำซซีเลียม ให้แสงสีชมพู
- กำซอาร์กอน ให้แสงสีขาวอมน้ำเงิน
- กำซซีนอน ให้แสงสีฟ้า
- กำซคริปตอน ให้แสงสีม่วงอ่อน
- กำซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้แสงสีขาว
- กำซไนโตรเจน ให้แสงสีม่วงแก่
- ไอโซเดียม ให้แสงสีเหลือง

ตอบ 7 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลมีดังนี้

- 7.1 เครื่องเป่าผม มีส่วนประกอบเช่นเดียวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์หมุนขับใบพัดลมเพื่อให้ลมผ่านขดลวดความร้อนแล้วได้ลมร้อนจากเครื่องเป่าผม
- 7.2 เครื่องดูดฝุ่น มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ มอเตอร์ติดกับใบพัดดูดฝุ่นเข้าไปตามท่อแล้วผ่านเข้าไปที่ถังเก็บเครื่องดูดฝุ่นสามารถทำงานได้หลายหน้าที่เช่นดูดฝุ่นในรถยนต์ หน้าต่างและตามซอกมุมต่างๆ
- 7.3 เครื่องซักผ้า ใช้เอาอำนวยความสะดวกสบายให้กับมนุษย์ในปัจจุบัน มี 2 แบบ
 - 7.3.1 แบบธรรมดา มี 2 ถังใช้ซัก 1 ถัง และ ถังปั่นแห้ง 1 ถัง
 - 7.3.2 แบบอัตโนมัติใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นกลไกการทำงาน ควบคุมโดยกลไกและสวิตซ์อัตโนมัติทำงานได้ในถังเดียวทั้งซักและปั่นแห้งด้วยการสลับน้ำออกในเวลาที่กำหนด
- 7.4 เครื่องปั่นน้ำผลไม้ไม่มีมอเตอร์ไฟฟ้าติดตั้งอยู่ที่ฐานและมีใบมีดติดกับแกนของมอเตอร์ทำให้สามารถบดหรือตัดอาหารออกเป็นชิ้นเล็กๆได้
- 7.5 สว่านไฟฟ้า เป็นเครื่องมือสำหรับเจาะรูในงานไม้หรืองานโลหะ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

ได้แก่ แบบเครื่องที่ได้เรียกว่าส่วนมือแบบเครื่องที่ไม่ได้เรียกว่าแบบตั้งพื้นทำงานได้โดยใช้มอเตอร์ แล้วมีที่จับคอกส่วนติดที่ปลายของมอเตอร์เมื่อจะใช้งาน เลือกคอกส่วนตามขนาดที่ต้องการ ไปเสียบที่ปลายจับขันให้แน่น เปิดสวิตซ์ให้ติดทันที

ตอบ 8 ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์แบ่งเป็นยุคต่างๆตามลักษณะการทำงานและส่วนประกอบที่สำคัญคือ

- 8.1 ยุคเครื่องจักรกล เป็นยุคที่ทำงานของเครื่องมาจากกลไกของเครื่องจักรกลต่างๆ โดยยังไม่มี การนำเอาความสามารถทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ เช่นเครื่อง PASCAL ที่ประดิษฐ์โดย Blasic Pascal ชาวฝรั่งเศสเป็นเครื่องบวกเลข โดยอาศัยการหมุนของเฟืองซึ่งมีข้อผิดพลาดมาก สาเหตุเนื่องจากความไม่แน่นอนของเครื่องจักรกล
- 8.2 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 1 ได้มีการนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้เช่น หลอดสุญญากาศ มีการใช้ระบบเลขฐาน 2 ซึ่งสามารถเก็บโปรแกรมไว้ในตัวเครื่อง ภาษาที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ คือ ภาษาเครื่องซึ่งเป็นรหัสที่แตกต่างกันจำนวนมาก ยกแก่การจดจำและในแต่ละเครื่องก็มีรหัส แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามหลอดสุญญากาศก็ยังมีปัญหาเนื่องจากมีขนาดใหญ่ สิ้นเปลือง กระแสไฟฟ้ามาก อายุการใช้งานต่ำ นอกจากนี้เครื่องยังทำให้เกิดความร้อนมาก จึงต้องใช้ใน ห้องปรับอากาศ
- 8.3 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 2 จากคอมพิวเตอร์ยุคที่ 1 หลอดสุญญากาศทำให้เกิดปัญหา จึงมีการคิดค้น อุปกรณ์ที่เรียกว่า ทรานซิสเตอร์ (Transistor) มาทดแทนหลอดสุญญากาศโดยทรานซิสเตอร์ มีความสามารถสูงกว่าหลอดสุญญากาศในทุกๆ ด้าน เช่น ขนาดเล็กกว่า ความเร็วในการ ทำงานสูงกว่า ใช้กระแสไฟฟ้าสูงกว่าและมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า สื่อข้อมูลใช้เป็นแถบ แม่เหล็กแทนบัตรเจาะรู ภาษาที่ใช้เปลี่ยนเป็นภาษาสัญลักษณ์แทนภาษาเครื่อง เช่น ภาษา ฟอรัแทรน
- 8.4 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 3 ในยุคนี้เป็นยุคที่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น มีการ คิดแผงวงจรรวม (Integrated Circuit : IC) ซึ่งทำจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) แทน ทรานซิสเตอร์ แผงวงจรรวมเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กๆ ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ของ ทรานซิสเตอร์หลายๆ ตัวต่อเข้าด้วยกัน เป็นวงจรอยู่บนชั้นของซิลิกอนขนาดเล็ก ชั้นของ ซิลิกอนที่มีแผงวงจรรวมนี้เรียกว่า ชิพ (Chip) จึงมีผลในการทำงานของวงจรเร็วขึ้นและมี ขนาดเล็กลง จึงมีกำเนิดของมินิคอมพิวเตอร์ ภาษาที่ใช้ในยุคนี้ เช่น ภาษาโคบอล
- 8.5 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 4 ในยุคนี้ใช้แผงวงจรรวมขนาดใหญ่ (Large Scale Integrated Circuit : LSI) แทนวงจรรวม ซึ่งในขณะที่วงจรรวมทรานซิสเตอร์จำนวนมากไว้ในชิพเดียวกันแต่ในวงจรรวมขนาดใหญ่ มีชิพขนาดเล็กกว่าและสามารถรวมวงจรรวมได้มากกว่าวงจรรวม แล้วทำงานได้ หลายอย่างทำให้มีการประดิษฐ์ สิ่งใหม่ๆเช่น นาฬิกาดิจิตอล วิดีโอเกมส์ซึ่งเป็ที่มาของ ไมโครโปรเซสเซอร์และเครื่องกำเนิดไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 8 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 6 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 4 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 0 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ไม่ให้ คะแนน

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์การอยุธยา

การประเมิน

ด้านทักษะพิสัย

10 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
2. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดในงานไฟฟ้าต่างๆได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่าคะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสามารถสอบซ่อมเสริมได้

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์วิทยาการ

ข้อสอบ (จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2)

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านและในสำนักงานมีอะไรบ้าง

เกณฑ์การวัด อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านคือ สายไฟ สวิตช์ไฟฟ้า ฟิวส์ สะพานไฟ เต้ารับ เต้าเสียบ มิเตอร์ไฟฟ้าหรือ มาตรไฟฟ้า สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ สะพานไฟย่อย ปลั๊กและเครื่องใช้ไฟฟ้า

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนมีดังนี้คือ หม้อหุงข้าว เตารีดไฟฟ้าเตาปิ้งย่าง ไมโครเวฟ กาต้มน้ำร้อน กระทะไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่น

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง คือ หลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้ หลอดเรืองแสง เช่นหลอดนีออน หลอดฟลูออเรสเซนต์

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล คือ เครื่องซักผ้า เครื่องดูดฝุ่น เครื่องปั่นผลไม้ ส่วนไฟฟ้า

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความเย็นคือ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำเย็น

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในสำนักงาน คือ โทรศัพท์ โทรสาร เครื่องถ่ายเอกสาร คอมพิวเตอร์ เครื่องอ่านบัตรเครดิต เครื่องอ่านบาร์โคตร เครื่องทำลายเอกสาร

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 8 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 6 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 4 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 0 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ไม่ให้ คะแนน

การประเมิน

ด้านจิตพิสัย

10 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
3.ตรวจแบบฝึกหัด	แบบประเมิน	10	ไม่ต่ำกว่าคะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสามารถสอบซ่อมเสริมได้

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์การอาชีพ

การประเมินแนะนำการเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลให้กับผู้อื่นได้

ความถูกต้องเรียบร้อย

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อยครบถ้วน ระดับ 5 หัว ข้อได้ 5 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 4 หัว ข้อได้ 4 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 3 หัว ข้อได้ 3 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 2 หัว ข้อได้ 2 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 1 หัว ข้อได้ 1 คะแนน

ไม่มีความถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 0 ไม่มีคะแนน

ตรงกำหนดเวลา

ตรงกำหนดเวลา ดีมาก ระดับ 5 ได้ 5 คะแนน

ตรงกำหนดเวลา ซ้ำ 3 ชั่วโมง ระดับ 4 ได้ 4 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 1 วัน ระดับ 3 ได้ 3 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 2 วัน ระดับ 2 ได้ 2 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 3 วัน ระดับ 1 ได้ 1 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดหลังจากที่สั่งให้ส่งส่งเกิน 3 วัน ระดับ 0 ไม่มีคะแนน

การประเมินแนะนำการเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลให้กับผู้อื่นได้

ความถูกต้องเรียบร้อย

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อยครบถ้วน ระดับ 5 หัว ข้อได้ 5 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 4 หัว ข้อได้ 4 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 3 หัว ข้อได้ 3 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 2 หัว ข้อได้ 2 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 1 หัว ข้อได้ 1 คะแนน

ไม่มีความถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 0 ไม่มีคะแนน

ตรงกำหนดเวลา

ตรงกำหนดเวลา ดีมาก ระดับ 5 ได้ 5 คะแนน

ตรงกำหนดเวลา ซ้ำ3 ชั่วโมง ระดับ 4 ได้ 4 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 1 วัน ระดับ 3 ได้ 3 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 2 วัน ระดับ 2 ได้ 2 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 3 วัน ระดับ 1 ได้ 1 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดหลังจากที่สั่งให้ส่งส่งเกิน 3 วัน ระดับ 0 ไม่มีคะแนน

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนาระบบการบัญชี

ตารางการวิเคราะห์การประเมินตามสภาพจริง

3000-1423 (วิทยาศาสตร์4)

ลำดับ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือวัด	จำนวน ข้อ	คะแนน	หมายเหตุ
1	อธิบายระบบโครงสร้างและ พันธกรรมของสิ่งมีชีวิตได้	ข้อสอบอัตนัย	7	70	จุดประสงค์การ เรียนรู้ที่ไม่ผ่าน ผู้สอนสามารถ สอนซ่อมเสริม ได้
2	คำนวณพันธกรรมของสิ่งมีชีวิตได้	ข้อสอบอัตนัย	2	20	
3	คุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	แบบประเมิน	1	10	
		รวม	10	100	

วิทยาลัยเทคโนโลยีพาณิชย์

การประเมินผล

ด้านพุทธิพิสัย

40 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
2. อธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า และวิธีการใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้า แบบต่างๆ	ข้อสอบอัตนัย	40	ไม่ต่ำกว่า20คะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่าน เกณฑ์สามารถสอบ ซ่อมเสริมได้

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ที่1)

จงตอบคำถามต่อไปนี้ (80คะแนน)

การประเมินผล

ด้านพุทธิพิสัย

40 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
3. อธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า และวิธีการใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้า แบบต่างๆ	ข้อสอบอัตนัย	40	ไม่ต่ำกว่า 20 คะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่าน เกณฑ์สามารถสอบ ซ่อมเสริมได้

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1)

จงตอบคำถามต่อไปนี้ (80คะแนน)

- 1.แหล่งกำเนิดไฟฟ้ามาจากกระบวนการอะไรบ้าง 10 คะแนน
- 2.อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบด้วยอะไรบ้าง 10 คะแนน
- 3.วงจรไฟฟ้าภายในบ้านประกอบด้วยอะไรบ้าง 10 คะแนน
- 4.เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่อะไรบ้าง 10 คะแนน
- 5.ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าธรรมดา มีอะไรบ้าง 10 คะแนน
- 6.สารเรืองแสงที่สามารถปล่อยแสงสว่างออกมาได้แก่อะไรบ้างและให้แสงสีใดบ้าง 10 คะแนน
- 7.เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลมีอะไรบ้างจงอธิบายส่วนประกอบและวิธีการทำงานพอสังเขป 10 คะแนน
- 8.จงอธิบายความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ตามลักษณะการทำงาน 10 คะแนน

เกณฑ์การวัด

ตอบ 1.แหล่งกำเนิดไฟฟ้ามาจาก 3 ลักษณะได้แก่

1.1 จากปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการแตกตัวของไอออนทำให้เกิดประจุอิสระคือไอออนบวกให้ประจุ +

ไอออนลบให้ประจุ -

ปฏิกิริยาแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

เซลล์ไฟฟ้าแบบปฐมภูมิ (Primary Cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าอย่างง่าย เช่น ถ่านไฟฉาย

เซลล์ไฟฟ้าแบบทุติยภูมิ (Secondary Cell) เช่น เซลล์ไฟฟ้าแบบตะกั่ว แบตเตอรี่

1.2 แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำค้นพบโดยไม่เคิลฟาราเดย์โดยหมุนขดลวดตัดกับ

สนามแม่เหล็กเรียกว่าไดนาโมมีขดลวดตัวนำเรียกว่า อาร์มาเจอร์

1.3 แหล่งกำเนิดไฟฟ้ามาจากปฏิกิริยาโฟโตอิเล็กทริกเช่นเซลล์สุริยะ(Sola Cell)ที่ประกอบด้วยแผ่นซิลิกอน(Silcon) 2 แผ่นซ้อนกันชั้นแรกเป็นแผ่นซิลิกอนผสมกับฟอสฟอรัสซ้อนทับกับแผ่นที่2เป็นซิลิกอนผสมกับโบรอนเมื่อแสงตกกระทบแผ่นด้านบนจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาตามลวดตัวนำสู่แผ่นด้านล่าง

ตอบ 2. อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบด้วย

2.1 สายไฟ มีหลายแบบแตกต่างกัน คือ สายทนความร้อน สายไฟคู่ สายไฟเดี่ยว สายไฟคู่อ่อน

2.2 สวิตช์ไฟฟ้า แบ่งเป็น 3 แบบ คือ สวิตช์ธรรมดา สวิตช์ 2 ทาง สวิตช์อัตโนมัติ

2.3 พิวส์เป็นโลหะผสมระหว่างตะกั่ว ดีบุก และบิสมัท

พิวส์เส้น ใช้กับสะพานไฟทั่วไป

พิวส์แผ่น ใช้กับกระแสไฟที่มีกระแสมากกว่าพิวส์เส้น

พิวส์กระเบื้อง ใช้กับสายเมนที่เข้าบ้านเป็นพิวส์ที่มีขนาดกระโหลมมาก

พิวส์หลอดใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆเช่นวิทยุ

ปริมาณกระแสไฟฟ้าคำนวณได้จากสูตร $P = VI$

P = กำลังไฟฟ้า watt

V = ศักดิ์ไฟฟ้า Volt

I = กระแสไฟฟ้า Ampere

2.4 สะพานไฟหรือคัตเอาต์จะเป็นตัวตัดของกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ซ่อมแซมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านได้อย่างปลอดภัย

2.5 เต้ารับและเต้าเสียบ เต้ารับหรือเต้าเสียบเรียกกันว่าปลั๊กเป็นตัวที่ต่อกับสายไฟ 2 สายที่ติดไว้บริเวณต่างๆเมื่อต้องการใช้กระแสไฟฟ้าก็เอาเต้าเสียบไปเสียบ

ปลั๊กแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 2 ขาและ 3 ขาจะมีขาที่ต่อดินเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วในขณะที่ใช้งาน

ตอบ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านประกอบด้วย

1.5 มาตรไฟฟ้าหรือมิเตอร์ไฟฟ้าใช้คำนวณค่าไฟฟ้าตามการใช้งาน

1.6 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติหรือสะพานไฟ

1.7 สะพานไฟย่อย

1.8 ปลั๊กและเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตอบ 4 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่

4.1 ขดลวดความร้อนหรือแผ่นความร้อน(Heater)เป็นแผ่นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลกับโครเมียม ซึ่งมีชื่อเรียกว่าขดลวดนิกโรมมีความต้านทานไฟฟ้าและจุดหลอมเหลวสูงทำให้ขดลวดไม่ขาดเมื่อเกิดความร้อนขึ้นที่ขดลวด

4.2 สวิตซ์ความร้อนอัตโนมัติ(Thermostat)ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ร้อนเกินไปมีส่วนประกอบโลหะต่างชนิดกัน 2 แผ่นประกบกันเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวได้ไม่เท่ากันแยกออกจากกันเช่นเหล็กกับทองเหลือง

ตอบ 5 ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าธรรมดาที่สำคัญคือ

- 5.1 หลอดแก้ว
- 5.2 ก๊าซที่บรรจุภายในหลอด
- 5.3 ไส้หลอด
- 5.4 สายต่อภายในหลอด
- 5.5 ก้านยึดไส้หลอด
- 5.6 ขั้วไฟฟ้า

ตอบ 6 สารเรืองแสง คือ แคดเมียมบอเรต ให้แสงสีชมพู

- แคดเมียมซิริเคด ให้แสงสีชมพูอ่อน
- แมกนีเซียมทั้งสเตรด ให้แสงสีขาวอมฟ้า
- แคลเซียมทั้งสเตรด ให้แสงสีน้ำเงิน
- ซิงก์ซิลิเคด ให้แสงสีเขียว
- ซิงก์เบริลเลียมซิลิเคด ให้แสงสีเหลืองนวล
- กำขนิออน ให้แสงสีแดงหรือสีส้ม
- กำซซีเลียม ให้แสงสีชมพู
- กำซอาร์กอน ให้แสงสีขาวอมน้ำเงิน
- กำซซีนอน ให้แสงสีฟ้า
- กำซคริปตอน ให้แสงสีม่วงอ่อน
- กำซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้แสงสีขาว
- กำซไนโตรเจน ให้แสงสีม่วงแก่
- ไอโซเดียม ให้แสงสีเหลือง

ตอบ 7 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลมีดังนี้

- 7.1 เครื่องเป่าผม มีส่วนประกอบเช่นเดียวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์หมุนขับใบพัดลมเพื่อให้ลมผ่านขดลวดความร้อนแล้วได้ลมร้อนจากเครื่องเป่าผม
- 7.2 เครื่องดูดฝุ่น มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ มอเตอร์ติดกับใบพัดดูดฝุ่นเข้าไปตามท่อแล้วผ่านเข้าไปที่ถังเก็บเครื่องดูดฝุ่นสามารถทำงานได้หลายหน้าที่เช่นดูดฝุ่นในรถยนต์ หน้าต่างและตามซอกมุมต่างๆ
- 7.3 เครื่องซักผ้า ใช้เอาแรงความสะดวกสบายให้กับมนุษย์ในปัจจุบัน มี 2 แบบ
 - 7.3.1 แบบธรรมดา มี 2 ถังใช้ซัก 1 ถัง และ ถังปั่นแห้ง 1 ถัง
 - 7.3.2 แบบอัตโนมัติใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นกลไกการทำงาน ควบคุมโดยกลไกและสวิตซ์อัตโนมัติทำงานได้ในถังเดียวทั้งซักและปั่นแห้งด้วยการสลัดน้ำออกในเวลาที่กำหนด
- 7.4 เครื่องปั่นน้ำผลไม้ไม่มีมอเตอร์ไฟฟ้าติดตั้งอยู่ที่ฐานและมีใบมีดติดกับแกนของมอเตอร์ทำให้สามารถบดหรือตัดอาหารออกเป็นชิ้นเล็กๆได้
- 7.5 สว่านไฟฟ้า เป็นเครื่องมือสำหรับเจาะรูในงานไม้หรืองานโลหะ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

ได้แก่ แบบเครื่องที่ได้เรียกว่าส่วนมือแบบเครื่องที่ไม่ได้เรียกว่าแบบตั้งพื้นทำงานได้โดยใช้มอเตอร์ แล้วมีที่จับ
ดอกสว่านติดที่ปลายของมอเตอร์เมื่อจะใช้งาน เลือกดอกสว่านตามขนาดที่ต้องการ ไปเสียบที่ปลายจับขันให้แน่น
เปิดสวิตซ์ให้ติดทันที

ตอบ 8 ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์แบ่งเป็นยุคต่างๆตามลักษณะการทำงานและส่วนประกอบที่
สำคัญคือ

8.6 ยุคเครื่องจักรกล เป็นยุคที่ทำงานของเครื่องมาจากกลไกของเครื่องจักรกลต่างๆ โดยยังไม่มี
การนำเอาความสามารถทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ เช่นเครื่อง PASCAL ที่ประดิษฐ์โดย Blasic
Pascal ชาวฝรั่งเศสเป็นเครื่องบวกเลขโดยอาศัยการหมุนของเฟืองซึ่งมีข้อผิดพลาดมาก
สาเหตุเนื่องจากความไม่แน่นอนของเครื่องจักรกล

8.7 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 1 ได้มีการนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้เช่น หลอดสุญญากาศ มี
การใช้ระบบเลขฐาน 2 ซึ่งสามารถเก็บโปรแกรมไว้ในตัวเครื่อง ภาษาที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ คือ
ภาษาเครื่องซึ่งเป็นรหัสที่แตกต่างกันจำนวนมาก ยกแก่การจดจำและในแต่ละเครื่องก็มีรหัส
แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามหลอดสุญญากาศก็ยังมีปัญหาเนื่องจากมีขนาดใหญ่ สิ้นเปลือง
กระแสไฟฟ้ามาก อายุการใช้งานต่ำ นอกจากนี้เครื่องยังทำให้เกิดความร้อนมาก จึงต้องใช้ใน
ห้องปรับอากาศ

8.8 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 2 จากคอมพิวเตอร์ยุคที่ 1 หลอดสุญญากาศทำให้เกิดปัญหา จึงมีการคิดค้น
อุปกรณ์ที่เรียกว่า ทรานซิสเตอร์ (Transistor) มาทดแทนหลอดสุญญากาศโดยทรานซิสเตอร์
มีความสามารถสูงกว่าหลอดสุญญากาศในทุกๆ ด้าน เช่น ขนาดเล็กกว่า ความเร็วในการ
ทำงานสูงกว่า ใช้กระแสไฟฟ้าสูงกว่าและมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า สื่อข้อมูลใช้เป็นแถบ
แม่เหล็กแทนบัตรเจาะรู ภาษาที่ใช้เปลี่ยนเป็นภาษาสัญลักษณ์แทนภาษาเครื่อง เช่น ภาษา
ฟอร์แทรน

8.9 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 3 ในยุคนี้เป็นยุคที่มีการประดิษฐ์อุตสาหกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น มีการ
คิดแผงวงจรรวม (Integrated Circuit : IC) ซึ่งทำจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) แทน
ทรานซิสเตอร์ แผงวงจรรวมเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กๆ ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ของ
ทรานซิสเตอร์หลายๆ ตัวต่อเข้าด้วยกัน เป็นวงจรอยู่บนชั้นของซิลิกอนขนาดเล็ก ชั้นของ
ซิลิกอนที่มีแผงวงจรรวมนี้เรียกว่า ชิป (Chip) จึงมีผลในการทำงานของวงจรเร็วขึ้นและมี
ขนาดเล็กลง จึงมีกำเนิดของมินิคอมพิวเตอร์ ภาษาที่ใช้ในยุคนี้ เช่น ภาษาโคบอล

8.10 คอมพิวเตอร์ยุคที่ 4 ในยุคนี้ใช้แผงวงจรรวมขนาดใหญ่ (Large Scale Integrated Circuit :
LSI) แทนวงจรรวม ซึ่งในขณะที่วงจรรวมทรานซิสเตอร์จำนวนมากไว้ในชิปเดียวกันแต่ใน
วงจรรวมขนาดใหญ่ มีชิปขนาดเล็กกว่าและสามารถรวมวงจรได้มากกว่าวงจรรวม แล้ว
ทำงานได้หลายอย่างทำให้มีการประดิษฐ์ สิ่งใหม่ๆเช่น นาฬิกาดิจิทัล วิดีโอเกมส์ซึ่งเป็ที่มา
ของไมโครโปรเซสเซอร์และเครื่องกำเนิดไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 8 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 6 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 4 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 0 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ไม่ให้ คะแนน

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์การอยุธยา

การประเมิน

ด้านทักษะพิสัย

10 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
2. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิดในงานไฟฟ้าต่างๆได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่าคะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสามารถสอบซ่อมเสริมได้

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์วิทยาการ

ข้อสอบ (จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2)

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านและในสำนักงานมีอะไรบ้าง

เกณฑ์การวัด อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านคือ สายไฟ สวิตช์ไฟฟ้า ฟิวส์ สะพานไฟ เต้ารับ เต้าเสียบ มิเตอร์ไฟฟ้าหรือ มาตรไฟฟ้า สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ สะพานไฟย่อย ปลั๊กและเครื่องใช้ไฟฟ้า

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนมีดังนี้คือ หม้อหุงข้าว เตารีดไฟฟ้าเตาปิ้งย่าง ไมโครเวฟ กาต้มน้ำร้อน กระทะไฟฟ้า เครื่องทำน้ำอุ่น

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง คือ หลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้ หลอดเรืองแสง เช่นหลอดนีออน หลอดฟลูออเรสเซนต์

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล คือ เครื่องซักผ้า เครื่องดูดฝุ่น เครื่องปั่นผลไม้ ส่วนไฟฟ้า

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความเย็นคือ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำเย็น

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในสำนักงาน คือ โทรศัพท์ โทรสาร เครื่องถ่ายเอกสาร คอมพิวเตอร์ เครื่องอ่านบัตรเครดิต เครื่องอ่านบาร์โคตร เครื่องทำลายเอกสาร

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 8 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 6 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 4 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 2 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ไม่ให้ คะแนน

การประเมิน

ด้านจิตพิสัย

10 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
3.ตรวจแบบฝึกหัด	แบบประเมิน	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสามารถสอบซ่อมเสริมได้

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์วิทยาการ

แบบประเมิน ตรวจสอบแบบฝึกหัด

แบบประเมินแนะนำการเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลให้กับผู้อื่นได้

หัวข้อที่วัด	หัวข้อที่วัด									
	ความถูกต้องเรียบร้อย					ตรงกำหนดเวลา				
	5	4	3	2	1 0	5	4	3	2	1 0
ชื่อกลุ่ม										
กลุ่มที่ 1										
กลุ่มที่ 2										
กลุ่มที่ 3										
กลุ่มที่ 4										
กลุ่มที่ 5										

การประเมินแนะนำการเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลให้กับผู้อื่นได้

ความถูกต้องเรียบร้อย

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อยครบถ้วน ระดับ 5 หัว ข้อได้ 5 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 4 หัว ข้อได้ 4 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 3 หัว ข้อได้ 3 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 2 หัว ข้อได้ 2 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 1 หัว ข้อได้ 1 คะแนน

ไม่มีความถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 0 ไม่มีคะแนน

ตรงกำหนดเวลา

ตรงกำหนดเวลา ดีมาก ระดับ 5 ได้ 5 คะแนน

ตรงกำหนดเวลา ซ้ำ 3 ชั่วโมง ระดับ 4 ได้ 4 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 1 วัน ระดับ 3 ได้ 3 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 2 วัน ระดับ 2 ได้ 2 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 3 วัน ระดับ 1 ได้ 1 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดหลังจากที่สั่งให้ส่งส่งเกิน 3 วัน ระดับ 0 ไม่มีคะแนน

การประเมินแนะนำการเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลให้กับผู้อื่นได้

ความถูกต้องเรียบร้อย

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อยครบถ้วน ระดับ 5 หัว ข้อได้ 5 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 4 หัว ข้อได้ 4 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 3 หัว ข้อได้ 3 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 2 หัว ข้อได้ 2 คะแนน

ตอบได้ถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 1 หัว ข้อได้ 1 คะแนน

ไม่มีความถูกต้องเรียบร้อย ระดับ 0 ไม่มีคะแนน

ตรงกำหนดเวลา

ตรงกำหนดเวลา ดีมาก ระดับ 5 ได้ 5 คะแนน

ตรงกำหนดเวลา ซ้ำ 3 ชั่วโมง ระดับ 4 ได้ 4 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 1 วัน ระดับ 3 ได้ 3 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 2 วัน ระดับ 2 ได้ 2 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดให้ตรวจซ้ำ 3 วัน ระดับ 1 ได้ 1 คะแนน

ส่งแบบฝึกหัดหลังจากที่สั่งให้ส่งส่งเกิน 3 วัน ระดับ 0 ไม่มีคะแนน

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนาระบบการบัญชี

ตารางการวิเคราะห์การประเมินตามสภาพจริง

3000-1423 (วิทยาศาสตร์4)

ลำดับ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือวัด	จำนวน ข้อ	คะแนน	หมายเหตุ
1	อธิบายระบบโครงสร้างและ พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้	ข้อสอบอัตนัย	7	70	จุดประสงค์การ เรียนรู้ที่ไม่ผ่าน ผู้สอนสามารถ สอนซ่อมเสริม ได้
2	คำนวณพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้	ข้อสอบอัตนัย	2	20	
3	คุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	แบบประเมิน	1	10	
		รวม	10	100	

การประเมินผล

ด้าน พุทธิพิสัย

70 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
1. อธิบายระบบ โครงสร้าง และพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิตได้	ข้อสอบอัตนัย	70	ไม่ต่ำกว่า35คะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่าน เกณฑ์สามารถสอบ ซ่อมเสริมได้

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ที่1)

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์ (70คะแนน)

1. ระบบย่อยอาหารหมายถึงอะไร และมีขั้นตอนแต่ละขั้นตอนมีอะไรบ้าง (จงอธิบาย) (10 คะแนน)
2. ระบบหายใจของคนมีอะไรบ้าง (จงอธิบาย) (10คะแนน)
3. ระบบหมุนเวียนเลือดในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมคล้ายกันมีอะไรบ้าง (จงอธิบาย)(10คะแนน)
4. เม็ดเลือดมีกี่เปอร์เซ็นต์และประกอบด้วยอะไรบ้าง(จงอธิบาย) (10คะแนน)
5. กลไกการกำจัดของเสียภายในไตมีขั้นตอนอย่างไรบ้าง (10คะแนน)
6. ระบบประสาทของคนมีโครงสร้างคล้ายกับของสัตว์มีกระดูกสันหลังอะไรบ้าง (10คะแนน)
7. สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตคืออะไรและประกอบด้วยอะไรบ้าง (10 คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ 1.ระบบย่อยอาหาร(DigestiveSystem)มี2ขั้นตอนคือ

1.1การย่อยเชิงกล(Mechanical Digestion)เป็นขั้นตอนที่ทำให้อาหารที่มีขนาดใหญ่มีขนาดเล็ก

ระบบย่อยเชิงกล จะทำงานเมื่อมีอาหารเข้าภายในปาก มีฟันทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหารให้ละเอียดฟัน

มี 2 ชุด คือฟันน้ำนม มี 20 ซี่ฟันแท้ มี 32 ซี่ จะมีเมื่ออายุ 13 ปีจะมีฟันชนิดต่างๆดังนี้

1.1.1 ฟันหน้าหรือฟันตัด(Incisor:I)ขากรรไกรบน 4 ซี่ ล่าง 4 ซี่ ทำหน้าที่ตัดอาหาร

1.1.2 ฟันเขี้ยว(Canines:C)ขากรรไกรบน 2 ซี่ ล่าง 2 ซี่ ทำหน้าที่ฉีกอาหาร

1.1.3 ฟันกรามหน้า(Premolars:PM)ขากรรไกรบน 4 ซี่ ล่าง 4 ซี่ ทำหน้าที่ฉีกอาหารและบด

อาหาร

1.1.4 ฟันกราม(Molars:M)ขากรรไกรบน 6 ซี่ ล่าง 6 ซี่ ทำหน้าที่ฉีกอาหารและบดอาหาร

$$\text{สูตร } \frac{I.C.PM.M}{I.C.PM.M} = \frac{2.1.0.2}{2.1.0.2}$$

1.2 การย่อยทางเคมี(Chemical Digestion)เป็นขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของอาหาร โดยการ

ย่อย(Enzyme)ซึ่งจะได้อาหารที่มีโมเลกุลเล็กจนซึมเข้าสู่เซลล์และกระแสโลหิตได้

ตอบ 2.ระบบหายใจของคนมีโครงสร้างดังนี้

2.1. จมูก (Nose) เป็นทางผ่านของลมหายใจเพื่อไปสู่โครงสร้างอื่นภายในจมูกมีเซลล์รับกลิ่นมีขนจมูกช่วยกรองฝุ่นละอองในอากาศก่อนเข้าสู่ปอด

2.2. คอหอย (Pharynx) เป็นทางผ่านของอากาศที่อยู่ต่อจากจมูกเป็นทางผ่านให้อากาศเข้าไปยังหลอดลม

2.3. กล่องเสียง (Larynx) ต่อมาจากคอหอยมีหน้าที่เป็นทางผ่านของอากาศไปทำให้เกิดเสียง

2.4. หลอดลม (Trachea) เป็นท่อกลวงประกอบด้วยกระดูกอ่อนรูปเกือกม้าป้องกันไม่ให้หลอดลมแฟบอากาศผ่านไม่สะดวก

2.5. ขั้วปอด (Bronchus) อยู่ต่อจากหลอดลมมาเป็นวงของกระดูกอ่อนที่ต่อมาจากหลอดลมแตกแยกออกไปยังปอดทั้ง 2 ข้าง จึงมีขนาดเล็กลงและเป็นท่อแยกไปทั้งซ้ายและขวา

2.6. แขนงขั้วปอด (Bronchiole) เป็นส่วนของท่อที่แตกแขนงมาจากขั้วปอดแยกย่อยไปภายในปอด

2.7 ปอด (Lung) ประกอบด้วยถุงลม (Alveolus) เล็กๆ จำนวนมากมายโดยปอดทั้ง 2 ข้าง จะมีถุงลมประมาณ 700 ล้านถุง ซึ่งจะมีพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซมากมายประมาณ 40 เท่า ของพื้นที่ทั้งหมดของผิวหนังของร่างกายคน ถุงลมจะเป็นถุงผนังบางๆ ด้านนอกของผนังจะมีเส้นเลือดฝอยล้อมรอบอยู่จึงมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ O_2 และก๊าซ CO_2 ถุงของปอดและเส้นเลือดฝอย

กลไกการหายใจของคนเกิดจากการทำงานประสานกันของอวัยวะ 3 ส่วน คือ กล้ามเนื้อกระบังลม และ กระดูกซี่โครง และ กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครง โดยมีกล้ามเนื้อซี่โครงและกล้ามเนื้อกระบังลมหดตัวเป็นผลให้ซี่โครงยกตัวสูงขึ้นปริมาตรในช่องอกมีมากขึ้นความดันในช่องปอดต่ำลงให้เกิดการหายใจเข้าและหายใจออก

ตอบ 3. ระบบหมุนเวียนเลือดในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมคล้ายกันคือ หัวใจ เส้นเลือด และเลือด ระบบที่เลือดไหลเวียนตลอดเวลา

3.1 หัวใจ มี 4 ห้อง ประกอบด้วย 2 ห้องบนและ 2 ห้องล่าง หัวใจคนอยู่ระหว่างปอดทั้ง 2 ข้าง โดยก่อนไปทางซ้าย ประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัวใจมีเส้นเลือดโคโรนารี เยื่อหุ้มหัวใจ นำเลือดมาเลี้ยงหัวใจ

3.2 เส้นเลือด เป็นท่อทางไหลของเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย มีขนาดและหน้าที่ต่างกันคือ

3.2.1 อาร์เตอรี (Artery) เป็นเส้นเลือดออกจากหัวใจมีขนาดใหญ่ในเลือดมี O_2 สูงเช่นเส้นเลือด Aorta ยกเว้นเส้นเลือด Pulmonary Artery มี O_2 ต่ำ

3.2.2 เวน (Vein) เป็นเส้นเลือดมี O_2 ต่ำมีขนาดใหญ่แต่มีผนังบางเนื่องจากต้องนำเลือดจากส่วนต่างๆเข้าสู่ปอดยกเว้นเส้นเลือด Pulmonary Vein ซึ่งเป็นเส้นเลือดมี O_2 สูงที่นำมาจากปอด โดยปกติภายในเส้นเลือดเวน จะมีผนังกันเป็นระยะๆเพื่อป้องกันเลือดไหลย้อนกลับ

3.2.3 เส้นเลือดฝอย เป็นเส้นเลือดขนาดเล็กแต่มีผนังบาง เพราะประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียว เนื่องจากต้องสัมผัสกับเซลล์และมีการแลกเปลี่ยนสารกับสารกับเซลล์เนื้อเยื่อทุกส่วนของร่างกายจะมีเส้นเลือดฝอยยกเว้นผิวหนังกำพำชั้นบนสุด และกระจกตา

3.3. เลือด เป็นของเหลวที่ทำหน้าที่ลำเลียงสารมีสภาพเป็นด่างอ่อนๆ pH 7.3 – 7.4 มีเลือดอยู่ประมาณ 7 – 8 % ของน้ำหนักตัวภายในเลือดประกอบด้วย น้ำเลือด เม็ดเลือด และ เกล็ดเลือด

ตอบ 4. เม็ดเลือด (Blood Corpuscle) มีประมาณ 45 % ของปริมาณเลือดทั้งหมดประกอบด้วย

2.1. เซลล์เม็ดเลือดแดง มีลักษณะกลมแบน ตรงกลางเว้าเข้าหากันมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-8 ไมครอนประกอบด้วยรงควัตถุคือ Hemoglobin ซึ่งมี Fe เป็นองค์ประกอบจะรวมตัวได้ดีกับ O_2 ในเพศชายจะมีเม็ดเลือดแดงมากกว่าในเพศหญิง เซลล์เม็ดเลือดแดงจะสร้างมาจากไขกระดูกมีอายุ 100 – 120 วันหลังจากนั้นจะถูกทำลายที่ม้าม

4.2 เซลล์เม็ดเลือดขาว (Leucocyte) มีรูปร่าง และ ขนาดแตกต่างกันแต่ขนาดจะใหญ่เซลล์เม็ดเลือดแดงมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 6 -15 ไมครอนสร้างมาจากไขกระดูกต่อมน้ำเหลืองและม้าม มีอายุ 2 – 14 วัน ถูกทำลายโดยเชื้อโรคทำหน้าที่โอบล้อมและจับกินเชื้อโรคแบบ Phagocytosis และสร้างแอนติบอดี (Antibody) มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม ฟาโกไซตส์ ทำหน้าที่ทำลายเชื้อโรคพวกนี้พัฒนาที่ไขกระดูก กลุ่ม ลิมโฟไซตส์ พวกนี้สร้างมาด้านสิ่งแปลกปลอมสร้างแอนติบอดีจากไขกระดูก

4.3 เกล็ดเลือด (Platelet) เป็นชิ้นส่วนของไซโตพลาสซึมของเซลล์หนึ่งในไขกระดูก แยกออกจากกันแล้วเข้าสู่เส้นเลือดมีขนาดเล็กมากรูปร่างไม่แน่นอนมีอายุประมาณ 10 วัน เป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้เลือดแข็งตัวเมื่อร่างกายมีบาดแผลผนังเส้นเลือดฉีกขาดเกล็ดเลือดจะเคลื่อนที่มายังบริเวณนั้นแล้วปล่อยสารทรอมโบพลาสติน(Thromboplastin)ออกมาซึ่งสารนี้ทำงานร่วมกับ Ca^{2+} กระตุ้นสาร โปรทรอมบิน (Prothrombin) ให้เปลี่ยนสภาพเป็น(Thrombin) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยนไฟบริโนเจน(Fibrinogen) ให้เป็นไฟบิน (Fibrin)เกิดเป็นร่างแหโปรตีนอุคบาตแผลไว้ไม่ให้เลือดไหลออกมา

ตอบ 5. กลไกการกำจัดของเสียภายในไต มีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือเริ่มต้นจากเลือด รีเนลอาร์เตอรี(Renal Artery)นำของเสียจากกระบวนการเมตาโบลิซึมต่างๆมายังไตและเส้นเลือดจะแตกแขนงออกไปนำเลือดเข้าสู่กลุ่มเส้นเลือดฝอยในหน่วยไตเรียกว่า โกลเมอรูลัส(Glomerulus)โดยผนังของเส้นเลือดหรือโกลเมอรูลัสนี้จะแนบชิดกับถุงเนื้อไตที่เป็นท่อบางเรียกว่าโบว์แมนส์แคปซูล(Bowman's Capsule)จะโอบล้อมโกลเมอรูลัสอยู่รับของเสียมาจากโกลเมอรูลัสทั้งโกลเมอรูลัสและโบว์แมนส์แคปซูลรวมเรียกว่า หน่วยไต (Nephron)จากนั้นของเสียจะผ่านไปยังท่อหน่วยไตตอนต้น(Proximal Convolved Tubule)ไหลผ่านห่วงของเฮนเล(Loop of Henle)ไปยังท่อไตตอนท้าย (Distal Convolved Tube)และเข้าท่อรวมปัสสาวะ(Collecting Tubule)รวมสู่พาลลา แล้วไหลลงสู่แอ่งกรวยไต (Pelvis)ไปตามท่อไต(Ureter)สู่กระเพาะปัสสาวะ(Urinary Bladder)แล้วนำน้ำปัสสาวะออกสู่ร่างกายทางท่อปัสสาวะ(Urethra)ส่วนเลือดจาก โกลเมอรูลัสเมื่อนำของเสียไปให้ไตแล้วจะรวมกันออกจากไตทางเส้นเลือดรีเนลเวิน(Renal Vein)

ตอบ 6. ระบบประสาทของคนมีโครงสร้างคล้ายกับของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ประกอบด้วย ระบบประสาทส่วนกลาง และระบบประสาทรอบนอก

6.1.ระบบประสาทส่วนกลางประกอบด้วย

6.1.1. สมอง (Brain) บรรจุภายในกะโหลกศีรษะมีเยื่อหุ้มสมอง สมองแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ซีรีบรัม (Cerebrum) แบ่งเป็นซีกซ้ายและซีกขวามีการพัฒนาด้าน ความรู้ ความจำ เขาวิปัญญาควบคุมการรับสัมผัสต่างๆ เช่น การมองเห็น การรับรส การดมกลิ่น และการได้ยิน

6.1.2. ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนประสาทควบคุมการทำงานของต่อมใต้สมองเป็นศูนย์กลางควบคุมการนอนหลับ การเต้นของหัวใจ ความดันเลือด ความหิว อารมณ์ ความรู้สึกทางเพศรวมทั้งควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

6.1.3. ทาลามัส (Thalamus) อยู่ด้านบนของไฮโปทาลามัสเป็นศูนย์รวมของกระแสประสาทที่ผ่านเข้ามาในสมอง

6.1.4. สมองส่วนท้าย ประกอบด้วย ซีรีเบลลัม (Cerebellum) อยู่ต่อจากซีรีบรัมคือบริเวณท้ายทอย มีหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย และการทรงตัว

6.1.5. พอนส์ (Pons) อยู่ด้านหน้าของซีรีเบลลัมเป็นตัวเชื่อมโยงสมอง ส่วนซีรีบรัมกับซีรีเบลลัมเป็นศูนย์ควบคุมบริเวณใบหน้าให้เคลื่อนไหว

6.1.6. เมดูลลาออบลองกาตา (Medulla Oblongata) ต่อจากพอนส์ลงมาควบคุมระบบประสาทอัตโนมัติ เช่น การเต้นของหัวใจและเป็นทางผ่านของกระแสประสาทระหว่างสมองกับไขสันหลัง

6.2. ระบบประสาทส่วนนอก (Peripheral Nervous System หรือ PNS) ได้แก่เส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลังเป็นเส้นประสาทที่แยกออกมาจากสมองและไขสันหลัง เส้นประสาทสมอง ของมนุษย์มี 12 คู่ ซึ่งอาจเป็นเส้นประสาทรับความรู้สึก เส้นประสาทนำคำสั่ง หรือ เส้นประสาทแบบผสม คือทั้งรับความรู้สึกและนำคำสั่งก็ได้

6.2.1. เส้นประสาทไขสันหลังเป็นเส้นประสาทที่แยกออกมาจากไขสันหลังออกมาในคนมีทั้งหมด 31 คู่ โดยแบ่งออกเป็น เส้นประสาทบริเวณคอ 8 คู่ ออก 12 คู่ เอว 5 คู่ กระเบนเหน็บ 5 คู่ ก้นกบ 1 คู่

ตอบ 7. สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตคือ

7.1. ดีเอ็นเอ (D.N.A. : Deoxyribonucleic acid) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ทำหน้าที่จำลองตัวเอง (DNA Replication) สร้างดีเอ็นเอที่เหมือนเดิมให้กับเซลล์ใหม่และถ่ายทอดข้อมูลผ่านอาร์เอ็นเอ (Transcription) เพื่อกำหนดกรดอะมิโนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน (Translation)

ดีเอ็นเอ (D.N.A.) ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) ประกอบด้วยไนโตรจีนัสเบส (Nitrogenous Base) แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

1. พิวรีนเบส (Purine) เป็นมีวงแหวน 2 วง ประกอบด้วยคาร์บอน (C) และไนโตรเจน (N) มีอยู่ 2 ชนิด คือ Thyrimidine (T) และ Cytosine (C)

2. ไพริมิดีน (Pyrimidine) เป็นเบสที่มีวงแหวน 1 วง ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอน และไนโตรเจน มีอยู่ 2 ชนิดคือ Adenine (A) และ Guanine (G)

7.2. น้ำตาล 5 คาร์บอน (Deoxyribose Sugar)

7.3. กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) มีนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอมีอยู่ 4 ชนิด ตามชนิดของไนโตรจีนัสเบสคือ ATP, GTP, CTP, TTP

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 8 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 6 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 4 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 2 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ไม่ให้ คะแนน

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิชาการอยุธยา

การประเมิน

ด้านทักษะพิสัย

20 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
2.คำนวณ พื้นที่รูปทรงของ สิ่งมีชีวิตได้	ข้อสอบอัตนัย	20	ไม่ต่ำกว่า10คะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่าน เกณฑ์มาตรฐาน สามารถสอบซ่อม เสริมได้

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์การอาชีพ

ข้อสอบ (จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2)

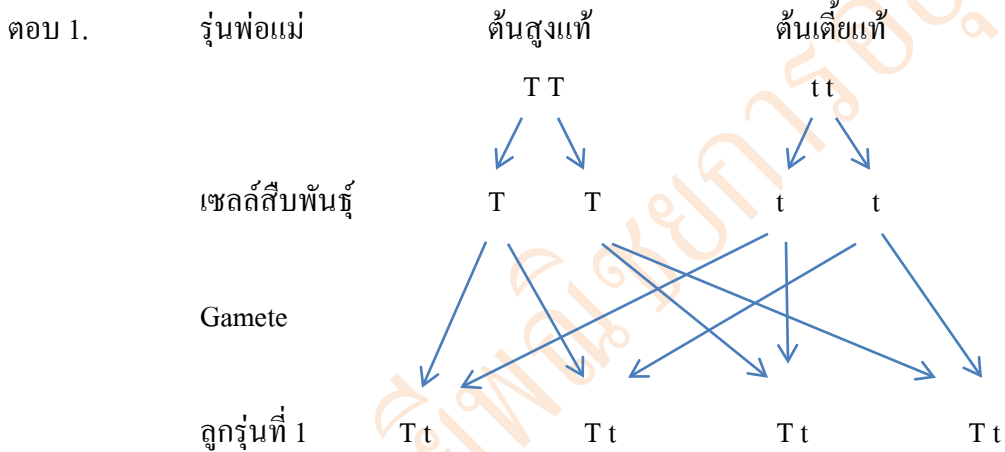
จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด 20 คะแนน

1. นำถั่วต้นสูงพันธุ์แท้ผสมกับถั่วต้นเตี้ยพันธุ์แท้จะทำให้ลูกรุ่นที่ 1 และ ลูกรุ่นที่ 2 เป็นอย่างไร

(10 คะแนน)

2. ในต้นบานเย็นดอกสีแดงเป็นลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ต่อดอกสีขาวเมื่อผสมกันจะได้ลูกดอกสีชมพู และ ลักษณะใบกว้างเป็นลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ ต้นใบแคบ ซึ่งเมื่อผสมกันแล้วจะได้ลูกผสมใบกว้างปานกลาง ถ้าผสมกันระหว่างดอกสีแดง – ใบกว้างกับ ดอกสีขาว – ใบแคบ แล้วจะได้ลูกรุ่น F₁ ผสมกันเอง จะได้ลูกรุ่น F₂ ที่มีลักษณะ ดอกสีชมพู – ใบกว้างปานกลาง เป็นเท่าใด (10 คะแนน)

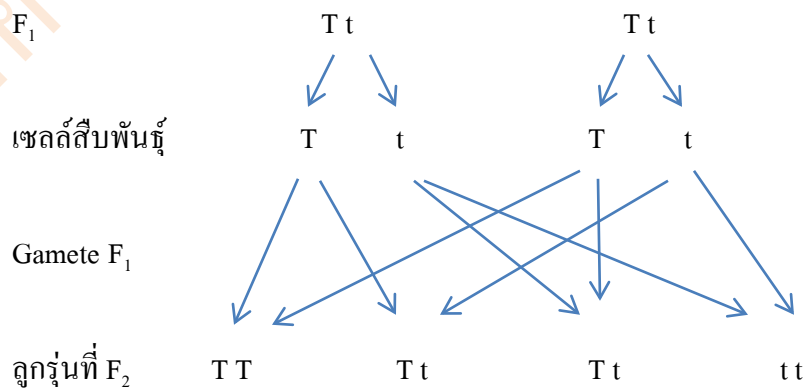
เกณฑ์การวัด



ลูกรุ่นที่ 1 มีลักษณะปรากฏให้เห็น(Phenotype)เป็นต้นสูงทั้งหมดแต่จะมีลักษณะทาง

พันธุกรรม(Genotype) เป็น T t

เมื่อนำลูกรุ่นที่ 1 มาผสมกันเอง



F₂ ลักษณะที่ปรากฏให้เห็นจะเป็นต้นสูง : ต้นเตี้ย

3 : 1

ลักษณะ Genotype TT : Tt : tt

1 : 2 : 1

ตอบ 2. ในต้นบานเย็นดอกสีแดงเป็นลักษณะเด่นไม่สมบูร์นต่อดอกสีขาวเมื่อผสมกันจะได้ลูกดอกสีชมพู และ ลักษณะใบกว้างเป็นลักษณะเด่นไม่สมบูร์น ต้น ใบแคบ ซึ่งเมื่อผสมกันแล้วจะได้ลูกผสมใบกว้างปานกลาง ถ้าผสมกันระหว่างดอกสีแดง – ใบกว้างกับ ดอกสีขาว – ใบแคบ แล้วจะได้ลูกรุ่น F_1 ผสมกันเอง จะได้ลูกรุ่น F_2 ที่มี ลักษณะ ดอกสีชมพู – ใบกว้างปานกลาง

ลูกรุ่น F_1	RW	R'W	RW'	R'W'
RW	RRWW	RR'WW	RRWW'	RR'WW'
R'W	RR'WW	R'R'WW	RR'WW'	R'R'WW'
RW'	RRWW'	RR'WW'	RRW'W'	RR'W'W'
R'W'	RR'WW'	R'R'WW'	RR'W'W'	R'R'W'W'

ได้ลูกรุ่น F_2 มีลักษณะดอกสีชมพู – ใบกว้าง 4: 16 คิดเป็นร้อยละ 25 หรือ 25 %

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 8 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 6 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 4 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 2 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ไม่ให้ คะแนน

การประเมิน

ด้าน จิตพิสัย

10 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
3.คุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	แบบประเมิน	10	ไม่ต่ำกว่าคะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่าน เกณฑ์มาตรฐาน สามารถสอบซ่อม เสริมได้

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์วิทยาการ

เกณฑ์การวัด

ความมีมนุษยสัมพันธ์	2 คะแนน	
แสดงกิริยาท่าทางสุภาพใช้ได้	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความมีระเบียบวินัย	2 คะแนน	
แต่งกายถูกระเบียบ ถูกต้อง	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ตรงต่อเวลา	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความรับผิดชอบ	2 คะแนน	
มีความพร้อมในการเรียน	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความเชื่อมั่น	2 คะแนน	
กล้าแสดงความคิดเห็น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
กล้าซักถามปัญหาข้อสงสัย	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
มีสัมมาคารวะ	2 คะแนน	
แสดงความเคารพครู – อาจารย์สม่ำเสมอ	2 คะแนน	ปรับปรุง 0

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษา

ตารางการวิเคราะห์การประเมินตามสภาพจริง

3000-1423 (วิทยาศาสตร์4

ลำดับ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือวัด	จำนวน ข้อ	คะแนน	หมายเหตุ
1	อธิบายปัจจัยที่มีต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้	ข้อสอบอัตนัย	1	10	จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ไม่ผ่านผู้สอนสามารถสอนซ่อมเสริมได้
2	อธิบายการเกิดพิษของอาหารอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
3	อธิบายการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนได้	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
4	ใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรมได้	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
5	ใช้วิธีการถนอมอาหารด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
6	แยกประเภทของอาหารที่นิยมใช้จุลินทรีย์ในการหมักคองได้	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
7	จำแนกประเภทการเก็บรักษาอาหารได้	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
8	จำแนกประเภทการขนส่งที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารได้	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
9	จำแนกประเภทสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
10	คุณธรรมจริยธรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ข้อสอบอัตนัย	1	10	
		รวม	10	100	

การประเมินผล

ด้าน พุทธิพิสัย

30 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
1.อธิบายปัจจัยที่มีต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์สามารถสอบซ่อมเสริมได้
2.อธิบายการเกิดพิษของอาหารอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	
3. อธิบายการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ที่1)

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์ (30คะแนน)

1. ปัจจัยที่มีผลต่ออาการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีอะไรบ้าง จงอธิบาย (10คะแนน)
2. การเกิดพิษของอาหารอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ มีอะไรบ้าง จงอธิบาย (10คะแนน)
3. การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ตามลักษณะความต้องการปริมาณที่ใช้ออกซิเจนแบ่งได้เป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง จงอธิบาย (10 คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ 1. ปัจจัยที่มีผลต่ออาการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มี 6 ชนิดคือ

1.1. ชนิดของอาหาร คืออาหารทุกชนิดที่ใช้ในการสร้างพลังงานและการเจริญเติบโตของเซลล์ให้เพิ่มจำนวนมากขึ้นเช่นคาร์โบไฮเดรตจากแป้งจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์และโปรตีนจะได้สารไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ย่อยสลายจะให้กลิ่นเหม็นจำพวกก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์อินโดลและแอมโมเนีย

1.2. สภาพความเป็นกรดเป็นด่างในอาหาร จะใช้ค่า pHสภาพเป็นกลาง $pH = 7.0$ จุลินทรีย์จะเจริญได้ดีในช่วง $pH = 5.5 - 7.0$ ในอาหารพวกเนื้อสัตว์และ $pH 4.0$ ของจุลินทรีย์บางชนิดจะเจริญได้ดีในอาหารที่มรสเปรี้ยวแต่ไม่เจริญในด่าง

1.3. ปริมาณออกซิเจน จุลินทรีย์บางชนิดใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโตแต่บางชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโตและยีสต์ซึ่งจะเจริญได้ในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน

1.4. อุณหภูมิ จุลินทรีย์เจริญได้ดีในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันเช่น รา พวกเมโทรฟิลคือ $25 - 30$ องศาเซลเซียส

1.5. สารต้านจุลินทรีย์ คือสารที่สามารถชะลอการเสื่อมสภาพการเน่าเสียของอาหารเช่น เบนโซเอท เบนโซอิก ไนเตรต ไนไตรต์ กรดซอร์บิก แล็กเทินิน ไลโซไซม์ และคอนาลบูมิน และสารอนุพันธ์ของกรดไฮดรอกซีซินนามิกในผักผลไม้

1.6. ความชื้นในอาหาร คือสารที่มีความชื้นมาก $A_w = 1.0$ สารที่ไม่มีความชื้นเลย $A_w = 0$ อาหารธัญพืชมีความชื้นน้อย $A_w = 0.8$

ตอบ 2. การเกิดพิษของอาหารอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์มีสาเหตุ มาจากแบคทีเรีย 3 แบบคือเกิดจากเซลล์ของแบคทีเรียเอง เกิดจากแบคทีเรียสร้างขึ้น และเกิดจากเซลล์ของแบคทีเรียเข้าสู่ร่างกายแล้วสร้างสารพิษขึ้นภายในร่างกาย

อาหารเป็นพิษจากเชื้อ สแตฟฟีโลค็อกคัส เป็นแบคทีเรียตัวเดียวกับที่ทำให้เกิดหนองฝี ตามผิวหนังอาจพบในอาหารพวกสลัด ขนมจีน น้ำปลาหวาน ซุป อาหารประเภทเนื้อ เชื้อจะปล่อยพิษ (Toxin) เมื่อรับประทานเข้าไป $2 - 4$ ชั่วโมง จะเกิดอาการอาเจียน ปวดบิดในท้องเป็นพักๆและจะหายภายใน $1 - 2$ วัน ชาวบ้านเรียกว่า ลมป่วง

อาหารเป็นพิษจากเชื้อสเตรปโตค็อกคัสเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดฝี หนอง เช่นเดียวกับสแตฟฟีโลค็อกคัสพบในเนื้อเป็ด เนื้อไก่และปูเมื่อรับประทานเข้าไปจะเกิด $4 - 12$ ชั่วโมงและมีอาการหนาวสั่น ตัวร้อนปวดเมื่อยตามตัวคล้ายไข้หวัดใหญ่และจะหายไปเองภายใน $1 - 2$ วัน

2.3.อาหารเป็นพิษจากเชื้อซัลโมเนลลา เป็นตระกูลเดียวกับเชื้อไข้ไทฟอยด์เมื่อได้รับพิษจะแสดงอาการภายใน 8 – 48 ชั่วโมง จะมีอาการปวดบิดในท้อง หนาวสั่น ถ่ายเป็นน้ำคลื่นไส้ อาเจียรบางครั้งถ่ายเป็นมูกเลือดและหายภายใน 2 – 5 วัน ถ้ามีอาการเรื้อรัง อาจถึง 10 – 14 วัน

2.4.อาหารเป็นพิษจากเชื้อคลอสติเดียม มักพบในแบคทีเรียในอาหารกระป๋องอาหารหมักดอง อาการหลังรับพิษ 8 – 36 ชั่วโมงมีอาการคลื่นไส้ อาเจียร วิงเวียน ปากแห้ง เจ็บในลำคอ ปวดบิดในท้องพิษมักทำลายประสาทตาทำให้ตาเห็นสองภาพ กลืนลายน้ำไม่ได้ น้ำลายฟูมปาก พูดจ้ออ้อแอ้ อ่อนแรงและหายใจไม่ได้ เนื่องจากกล้ามเนื้อช่วยหายใจเป็นอัมพาตและตายได้ใน 24 ชั่วโมง

ตอบ 3. การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ตามลักษณะความต้องการปริมาณที่ใช้ ออกซิเจนแบ่งได้เป็น 4 ประเภทคือ

3.1.แบคทีเรียที่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต เรียกแบคทีเรียกลุ่มนี้ว่า แอร์โรบิก แบคทีเรีย เช่น เอสเชอริเรียและซูโดโมแนส ฯลฯ

3.2.แบคทีเรียที่ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต เรียกว่า แอนแอโรบิกแบคทีเรียเช่น คลอสตริเดียม ฯลฯ มักพบในอาหารกระป๋อง

3.3.แบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งที่มีออกซิเจนและที่ไม่มีออกซิเจน เรียกว่า แฟคัสเททีฟ แบคทีเรีย เช่น สเตฟฟีโลค็อกคัส และวิบริโอ ฯลฯ

3.4. แบคทีเรียที่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโตในปริมาณน้อย เรียกว่า ไมโครแอโรไฟล์ เช่นแคมปีโลแบคทีเตอร์ และแล็กโตบาซิลลัส

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 8 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 6 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 4 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 2 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ไม่ให้ คะแนน

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์การอยุธยา

การประเมิน

ด้าน ทักษะพิสัย

60 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
4. ใช้ประโยชน์จาก จุลินทรีย์ในอุตสาหกรรม ได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่าน เกณฑ์มาตรฐาน สามารถสอบซ่อม เสริมได้
5. ใช้วิธีการถนอมอาหาร ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	
6. แยกประเภทของอาหารที่ นิยมใช้จุลินทรีย์ในการ หมักคองได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	
7. จำแนกประเภทการเก็บ รักษาอาหารได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	
8. จำแนกประเภทการขนส่ง ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ อาหารได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	
9. จำแนกประเภทสารเคมีที่ ใช้ในชีวิตประจำวันได้	ข้อสอบอัตนัย	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	

ข้อสอบ (จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4,5,6,7,8,9)

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด 60 คะแนน

1. ประโยชน์ของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มพูนสิ่งที่มีหมีค่าสูงขึ้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามความต้องการมีอะไรบ้าง (10คะแนน)
2. วิธีการถนอมอาหารด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบ่งออกเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง (10คะแนน)
3. อาหารที่นิยมใช้จุลินทรีย์ในการหมักคองแบ่งออกเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง (10คะแนน)
4. การเก็บรักษาอาหารแบ่งออกเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง (10คะแนน)
5. การขนส่งสินค้ามีกี่รูปแบบและควรคำนึงถึงในการขนส่งมีอะไรบ้าง (10คะแนน)
6. สารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันแบ่งออกเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง (10คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ 1. ประโยชน์ของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มพูนสิ่งที่มีหมีค่าสูงขึ้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามความต้องการมี ดังนี้

1.1. อุตสาหกรรมอาหาร การผลิตอาหารพื้นบ้าน เช่น ซีอิ๊ว น้ำปลา กะปิ หรือแม่กรั้ง อาหารจำพวกนมเปรี้ยว เนยแข็ง และไวน์

1.2. กรดอินทรีย์ การใช้จุลินทรีย์ในการผลิต กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น กรดอะซตริก กรดซิริก และกรดแล็กติก ฯลฯ

การผลิตกรดแล็กติก ในรูปแคลเซียมแล็กเตต ที่ใช้รักษาโรคขาดแคลเซียม รักษาโรคโลหิตจาง

การผลิตกรดซิตริก หรือกรดน้ำส้ม ใช้เป็นเครื่องปรุงรสในอาหาร ในอุตสาหกรรมน้ำหมัก สีย้อม และใช้ในวงการแพทย์

1.3. กรดอะมิโน การผลิตเพื่อการค้า จะอาศัยกระบวนการหมัก อุตสาหกรรมยา และเพิ่มคุณค่าของอาหาร เป็นอาหารเสริมในสัตว์

1.4. เอนไซม์ เช่น อะไมเลส ใช้ย่อยน้ำตาล

อินเวอร์เทส ได้จากยีสต์ ย่อยกลูโคส กับฟรักโทส ในอุตสาหกรรม ลูกกวาด กับไอศกรีม

โปรตีเอส ย่อยโปรตีน ในอุตสาหกรรมทำเครื่องหนัง ทำกาว ทำเนื้อให้นุ่มทำให้เครื่องต้มใส

แพกทิเนส ทำให้ผลไม้อิ่ม และย่อยเพกทินในการแช่दनแฟลกซ์ เพื่อทำฟาลินิน

1.5. สารปฏิชีวนะมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อต่างๆ ได้ดี

1.6. วิตามิน เป็นอาหารอินทรีย์ในอาหารทั่วไปตามธรรมชาติ เช่นวิตามิน B – 12 เกิดจาก จุลินทรีย์บาซิลลัส เมกาเทเรียม

ตอบ 2. การถนอมอาหารเป็นการเก็บอาหารไว้ได้นานขึ้น โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ

- 2.1. การถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน
- 2.2. การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น
- 2.3. การถนอมอาหารโดยใช้สารเคมีหรือสารปรุงแต่งอาหาร
- 2.4. การถนอมอาหารโดยใช้รังสี
- 2.5. การถนอมอาหารโดยใช้จุลินทรีย์หมักดอง
- 2.6. การถนอมอาหารโดยใช้การลดความชื้น

ตอบ 3. อาหารที่นิยมใช้จุลินทรีย์ในการหมักดองแบ่งออกเป็น 8 ประเภทคือ

- 3.1.อาหารประเภทผลผักและผลไม้ ได้แก่ผักกาดดอง แดงกวาดอง มะกอกดอง มะนาวดอง หน่อไม้ดอง มะขมดอง ฯลฯ
 - 31.1.อาหารประเภทถั่วเหลืองหมักได้แก่ซีอิ้ว เต้าเจี้ยว ซอส ทามาริแบบของญี่ปุ่น เต้าหู้ยี้ ฯลฯ
 - 3.1.2.อาหารประเภทข้าวหมัก ได้แก่ข้าวแดง ข้าวหมาก
 - 3.1.3.อาหารประเภทปลาและกุ้ง หมัก ได้แก่ปลาร้า ปลาจ่อม ปลาต้ม ไตปลา กะปิ เป็นต้น
 - 3.1.4.อาหารประเภทเนื้อหมูและเนื้อวัวหมัก ได้แก่ แหนม ไส้กรอก เป็นต้น
 - 3.1.5.อาหารประเภทไข่ ได้แก่ไข่เค็ม ไข่เยี่ยวม้า
 - 3.1.6.อาหารประเภทน้ำมัน ได้แก่นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ยาคูลท์ เนย เนยแข็ง ฯลฯ
 - 3.1.7.อาหารประเภทเห็ดและไวน์ ได้แก่ไวน์องุ่น ไวน์ขาว สาโท กระแช่ สาเก เป็นต้น

ตอบ 4. การเก็บรักษาอาหารเพื่อรักษาสภาพจึงก่อให้เกิดการแปลสภาพของอาหาร ทางกายภาพ ทางเคมี หรือทำลายจุลินทรีย์ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

- 4.1.การรักษาอาหารสด ส่วนใหญ่จะเก็บในห้องควบคุมความเย็นหรือในตู้เย็นเพื่อรักษาคุณภาพอาหารให้สดอยู่เสมอ
- 4.2.การเก็บรักษาอาหารแห้งด้วยวิธีตากแห้ง มีการควบคุมความชื้น เช่นข้าวเปลือก หอวกระเทียม เนื้อแห้งปลาแห้ง แป้ง น้ำตาล เครื่องเทศ ผงฟู
- 4.3.การเก็บรักษาอาหารประเภทแช่เยือกแข็งมักพบในอาหารทะเล เช่น ปลาดิบแช่แข็ง
- 4.4.การเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิห้อง ได้แก่อาหาร ัณูพืช ถั่ว อาหารกระป๋อง และอาหารบรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

ตอบ 5. การขนส่งสินค้ามี 3 แบบ คือ ทางบก ทางเรือ และทางอากาศ

5.1. ทางบก ส่วนใหญ่เป็นสินค้า เกษตรจำพวก ผักผลไม้ อาหารแห้ง ส่วนใหญ่ใช้รถบรรทุก เพื่อขนส่งระยะไกลๆ แล้วขนส่งทางรถไฟ ที่ใช้ระยะไกลๆ

5.2. ทางน้ำ เป็นการขนส่งที่ประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุดจะมีเรือสินค้าขนาดใหญ่มีห้องเย็นเก็บสินค้าประเภทผัก ผลไม้ เนื้อสดแช่แข็ง ปัญหาในการขนส่งคือต้องมีท่าเทียบเรือขนถ่ายสินค้าหลายขั้นตอน จึงจะถึงมือผู้บริโภค

5.3. ทางอากาศ เป็นการขนส่งที่นิยมใช้กับอาหารหรือผลิตภัณฑ์ประเภท ที่เน่าเสียง่าย และมีราคาขนส่งสูงเพื่อไปจำหน่ายต่างประเทศหรือภายในประเทศที่มีระยะทางไกลเพื่อให้อาหารสด โดยเครื่องบิน เป็นการขนส่งที่รวดเร็ว สะดวก แต่มีค่าใช้จ่ายสูงมูลค่าของอาหารหรือผลิตภัณฑ์จึงมีราคาสูง

ตอบ 6. สารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวันแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

6.1. กรด เป็นสารประกอบประเภทที่ให้ไฮโดรเจนไอออน(H^+) ในน้ำส่วนใหญ่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ กรดทุกชนิดมีกลิ่นฉุน และมีรสเปรี้ยว กรดที่แรงมากจะทำให้ผิวหนังไหม้ทันที ปวดแสบปวดร้อน มาก กรดที่ใช้ในครัวเรือนเป็นกรดอ่อน เช่น น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู

6.2. เป็นสารที่มีคุณสมบัติตรงข้ามกับกรด มีรสขมหรือฝาด มีอนุภาคของสารคล้ายโลหะ สามารถลดความเป็นกรดได้ ชื่อเบส มักลงท้ายด้วย ไฮดรอกไซด์เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือเรียกว่า โซดาไฟ

6.3. เกลือ เป็นสารเกิดจากกรดผสมกับเบส มักเขียนลงท้ายด้วย -ide, -ite, -ate muj ที่รู้จักกันดีคือ โซเดียมคลอไรด์ หรือ เกลือแกง

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 8 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 6 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 4 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 2 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ไม่ให้ คะแนน

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศึกษา

การประเมิน

ด้าน จิตพิสัย

10 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
10.คุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมิน	10	ไม่ต่ำกว่าคะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่าน เกณฑ์มาตรฐาน สามารถสอบซ่อม เสริมได้

เกณฑ์การวัด

ความมีมนุษยสัมพันธ์	2 คะแนน	
แสดงกิริยาท่าทางสุภาพใช้ได้	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความมีระเบียบวินัย	2 คะแนน	
แต่งกายถูกระเบียบ ถูกต้อง	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ตรงต่อเวลา	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความรับผิดชอบ	2 คะแนน	
มีความพร้อมในการเรียน	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความเชื่อมั่น 2 คะแนน		
กล้าแสดงความคิดเห็น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
กล้าซักถามปัญหาข้อสงสัย	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
มีสัมมาคารวะ	2 คะแนน	
แสดงความเคารพครู – อาจารย์สม่ำเสมอ	2 คะแนน	ปรับปรุง 0

การประเมิน

ด้าน จิตพิสัย

10 คะแนน

จุดประสงค์	เครื่องมือวัด	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน	หมายเหตุ
10.คุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมิน	10	ไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน	ถ้าคะแนนไม่ผ่าน เกณฑ์มาตรฐาน สามารถสอบซ่อม เสริมได้

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์วิทยาการ

เกณฑ์การวัด

ความมีมนุษยสัมพันธ์	2 คะแนน	
แสดงกิริยาท่าทางสุภาพใช้ได้	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความมีระเบียบวินัย	2 คะแนน	
แต่งกายถูกระเบียบ ถูกต้อง	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ตรงต่อเวลา	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความรับผิดชอบ	2 คะแนน	
มีความพร้อมในการเรียน	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความเชื่อมั่น 2 คะแนน		
กล้าแสดงความคิดเห็น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
กล้าซักถามปัญหาข้อสงสัย	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
มีสัมมาคารวะ	2 คะแนน	
แสดงความเคารพครู – อาจารย์สม่ำเสมอ	2 คะแนน	ปรับปรุง 0

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์วิทยา

บันทึกหลังการสอน

ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ผลการเรียนของผู้เรียน

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ผลการสอนของผู้สอน

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก
(.....)
...../...../.....

หมายเหตุ : บันทึกนี้ใช้บันทึกทุกแผนการจัดการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

ชื่อผู้สอน..... รหัส 3000-1423 วิชา วิทยาศาสตร์ 4

ภาคเรียนที่..... ปีการศึกษา.....

ห้องเรียน	วัน/เดือน/ปี	เวลา	บันทึกความคิดเห็น	หมายเหตุ

หมายเหตุ : บันทึกนี้ใช้บันทึกท้ายสุดของทุกแผนการจัดการเรียนรู้

ภาคผนวก

ใบความรู้ที่ 1

ชื่อหน่วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและในสำนักงาน

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้า หมายถึงลักษณะการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า ตามประเภทการใช้งาน โดยส่งจากสถานีไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าแรงสูง สถานีไฟฟ้าย่อย หม้อแปลงแปลงไฟฟ้าให้ต่ำลง ไปยังบ้านพักอาศัย สำนักงาน หรือโรงงานอุตสาหกรรม

สำหรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่บ้านเรือนทั่วไปนั้นก็ใช้หลักการไหลแบบเดียวกัน คือ เริ่มจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ โรงงานผลิตไฟฟ้า ผ่านกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงมาตามสายไฟฟ้า (ซึ่งประกอบด้วยเส้นลวดอลูมิเนียมจำนวนมาก) มาจนกระทั่งถึงสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งมีหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ตามความต้องการใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากการส่งกระแสไฟฟ้าได้ผ่านมาตามสายไฟฟ้าในระยะทางไกล จะทำให้มีการสูญเสียแรงดันไฟฟ้าส่วนหนึ่ง เมื่อส่งไฟฟ้ามาถึงพื้นที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าก็ต้องลดแรงดันไฟฟ้าลงระดับหนึ่งเพื่อลดอันตราย เมื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้พอเหมาะแล้วก็จะส่งตามสายไฟฟ้ามายังหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ติดอยู่ตามเสาไฟฟ้าในแหล่งชุมชนนั้นๆ เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกครั้งก่อนส่งผ่านเข้าสู่อาคารบ้านเรือน เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าจากกิจกรรมต่างๆ ในอาคารบ้านเรือนก็จะไหลกลับไปตามสายไฟฟ้าอีกเส้นหนึ่งสู่แหล่งกำเนิดอีกครั้ง ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการครบวงจรการไหลของกระแสไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฯส่งจ่ายไปยังบ้านเรือนทั่วไปเรียกว่าระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระบบด้วยกัน ในการใช้งานนั้นการไฟฟ้าฯจะพิจารณาให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าว่าจะใช้ระบบใด โดยพิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ประเภทและจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน

ระบบไฟฟ้าแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ ดังนี้

1. ระบบไฟฟ้า 1 เฟส คือระบบไฟฟ้าที่มีสายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้น เส้นที่มีไฟเรียกว่าสายไฟหรือสายเฟส หรือสายไลน์ เขียนแทนด้วยตัวอักษร L (Line) เส้นที่ไม่มีไฟเรียกว่าสายนิวทรัล หรือสายศูนย์ เขียนแทนด้วยตัวอักษร N (Neutral) ทดสอบได้โดยใช้ไขควงวัดไฟ เมื่อใช้ไขควงวัดไฟแตะสายเฟส หรือสายไฟ หรือสายไลน์ หลอดไฟเรืองแสงที่อยู่ภายในไขควงจะติด สำหรับสายนิวทรัล หรือสายศูนย์ จะไม่ติด แรงดันไฟฟ้าที่ใช้มีขนาด 220 โวลต์ (Volt) ใช้สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่มากนัก

2. ระบบไฟฟ้า 3 เฟส คือระบบไฟฟ้าที่มีสายเส้นไฟจำนวน 3 เส้น และสายนิวทรัล 1 เส้น จึงมีสายรวม 4 เส้น ระบบไฟฟ้า 3 เฟส สามารถต่อใช้งานเป็นระบบไฟฟ้า 1 เฟส ได้ โดยการต่อจากเฟสใดเฟสหนึ่งและสายนิวทรัลอีกเส้นหนึ่ง แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสเส้นใดเส้นหนึ่งกับสายนิวทรัลมีค่า 220 โวลต์ และแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสด้วยกันมีค่า 380 โวลต์ ระบบนี้จึงเรียกว่าระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 220/380 โวลต์ ระบบนี้มีข้อดีคือสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าระบบ 1 เฟส ถึง 3 เท่า จึงเหมาะสมกับสถานที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้ามากๆ เช่น อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เป็นต้น

1.มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า

มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า มีความสำคัญยิ่ง ทั้งนี้ เพื่อความปลอดภัย คงทนถาวร และเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้อยู่ในระบบให้ยาวนานยิ่งขึ้น การติดตั้งระบบไฟฟ้า มีมาตรฐานกำหนดที่แน่นอน และมีหลายหน่วยงาน เช่น กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และหน่วยงานจากต่างประเทศที่ประเทศไทยนำมาใช้คือ เช่น National Electric Code (NEC) American National Standard Institute (ANSI) International Electrotechnical Commission (IEC) เป็นต้น และหน่วยงานที่รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ คือ สำนักผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่รู้จักกันในชื่อ มอก.

2. สัพท์เฉพาะ หรือคำจำกัดความ ด้านระบบไฟฟ้า ที่ควรรู้

- 2.1 ระบบไฟฟ้าแรงสูง คือ ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้า เกิน 1,000 โวลท์
- 2.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ คือ ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์
- 2.3 โวลท์ (Volt.) คือ หน่วยวัดแรงดันไฟฟ้า
- 2.4 แอมแปร์ (Amp.) คือ หน่วยวัดกระแสไฟฟ้า
- 2.5 วัตต์ (Watt.) คือ หน่วยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง
- 2.6 หน่วย (Unit) คือ หน่วยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ต่อชั่วโมง มีอุปกรณ์ที่ใช้วัด คือ กิโลวัตต์ฮอร์มิเตอร์

(Kwh.)

3.ระบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟส คือ ระบบไฟฟ้าที่นำมาใช้ โดยแยกออกดังนี้

3.1 ระบบ 1 เฟส จะมี 2 สายในระบบ ประกอบด้วย สาย LINE (มีไฟ) 1 เส้น และสาย Neutral (ไม่มีไฟ) 1 เส้น มีแรงดันไฟฟ้า 220 – 230 โวลท์ มีความถี่ 50 เฮิรซ์ (Hz)

3.2 ระบบ 3 เฟส จะมี 4 สายในระบบ ประกอบด้วย สาย LINE (มีไฟ) 3 เส้น และสายนิวตรอน (ไม่มีไฟ) 1 เส้น มีแรงดันไฟฟ้าระหว่าง สาย

LINE กับ LINE 380 – 400 โวลท์ และแรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย LINE กับ Neutral 220 – 230 โวลท์ และมีความถี่ 50 เฮิรซ์ (Hz) เช่นเดียวกัน

3.3 สายดิน หรือ GROUND มีทั้ง 2 ระบบ ติดตั้งเข้าไปในระบบเพื่อความปลอดภัยของระบบ สายดินจะต้องต่อเข้าไปกับพื้นโลก

ตามมาตรฐานกำหนด

4. Power Factor

คือ อัตราส่วน ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง (วัตต์) กับ กำลังไฟฟ้าปรากฏ หรือกำลังไฟฟ้าเสมือน (VA) ซึ่งค่าที่ดีที่สุด คือ มีอัตราส่วนที่เท่ากัน จะมีค่าเป็นหนึ่ง แต่ในทางเป็นจริงไม่สามารถทำได้ ซึ่งค่า Power Factor เปลี่ยนแปลงไปตามการใช้ LOAD ซึ่ง Load ทางไฟฟ้ามีอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. Load ประเภท Resistive หรือ ความต้าน จะมิต่ำ Power Factor เป็นหนึ่ง อันได้แก่ หลอดไฟฟ้าแบบไส้ เตารีดไฟฟ้า หม้อหุงข้าว

เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น ถ้าหน่วยงานหรือองค์กร มี Load ประเภทนี้เป็นจำนวนมาก ก็ไม่จำเป็นที่
จะต้องปรับปรุงค่า Power Factor

2. **Load ประเภท Inductive** หรือ ความเหนียวนำ จะมีค่า Power Factor ไม่เป็นหนึ่ง อันได้แก่
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ขดลวด เช่น มอเตอร์

บาลาสก์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดแกสดิสชาร์จ เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น จะเห็นได้ว่า
หน่วยงานหรือองค์กรส่วนใหญ่ จะหลีกเลี่ยง

Load ประเภทนี้ไม่ได้ และมีเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้ ค่า Power Factor ไม่เป็นหนึ่ง และ Load
ประเภทนี้จะทำให้ค่า Power Factor

ล่าหลัง (Lagging) จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงค่า Power Factor โดยการนำ Load ประเภทให้ค่า Power
Factor นำหน้า (Leading)

มาต่อเข้าในวงจรไฟฟ้าของระบบ เช่น การต่อชุด Capacitor Bank เข้าไปในชุดควบคุมไฟฟ้า

3. **Load ประเภท Capacitive** หรือ Load ที่มีตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็นองค์ประกอบ Load ประเภทนี้
จะมีใช้น้อยมาก จะมีค่า Power Factor

ไม่เป็นหนึ่ง Load ประเภทนี้จะทำให้ค่า Power Factor นำหน้า (Leading) คือกระแสจะนำหน้าแรงดัน
จึงนิยมนำ Load ประเภทนี้

มาปรับปรุงค่า Power Factor ของระบบที่มีค่า Power Factor ล่าหลัง เพื่อให้ค่า Power Factor มีค่า
ใกล้เคียงหนึ่ง

ข้อดี ของการปรับปรุง ค่า Power Factor

- กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้าลดลง
- หม้อแปลง และสายเมนไฟฟ้า สามารถรับ Load เพิ่มได้มากขึ้น
- ลดกำลังงานสูญเสียในสายไฟฟ้าง
- ลดแรงดันไฟฟ้าตก
- เพิ่มประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าทั้งระบบ

5. ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าในปัจจุบัน คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิต เป็นผู้ผลิตไฟฟ้าให้การไฟฟ้านครหลวง และการ
ไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไปจำหน่าย การไฟฟ้านครหลวง จะจำหน่ายไฟฟ้าให้ กทม.และปริมณฑล ส่วนการไฟฟ้าส่วน
ภูมิภาค จะจำหน่ายไฟฟ้าให้กับต่างจังหวัดของทุกภาคในประเทศ

ระบบไฟฟ้าในภาคใต้ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะผลิตไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้า แล้วแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงถึง 230
กิโลโวลท์ (KV.) แล้วส่งไปตามเมืองต่างๆ เข้าที่สถานีไฟฟ้าย่อย ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สถานีไฟฟ้าย่อยจะ
ปรับลดแรงดันไฟฟ้าเหลือ 33 กิโลโวลท์ แล้วจ่ายเข้าในตัวเมือง และผู้ใช้ไฟฟ้าต้องติดตั้งหม้อแปลง เพื่อลด
แรงดันไฟฟ้าให้เป็นแรงต่ำ เพื่อนำมาใช้งานต่อไป

กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้ามียุติกัน 3 อย่างคือ

- กำลังไฟฟ้าจริง มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt)
- กำลังไฟฟ้าแฝง มีหน่วยเป็น วาร์ (VAR)
- กำลังไฟฟ้าปรากฏ มีหน่วยเป็น โวลท์แอมป์ (VA)

6. หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น หรือต่ำลง เพื่อให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้ งานบางอย่างต้องการใช้แรงดันสูง เช่น การส่งพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้ามายังสถานีย่อย ต้องใช้หม้อแปลงแรงไฟฟ้าแรงสูง แต่ การใช้ในบ้านเรือน หรือ โรงงานต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งหม้อแปลงมีหลายชนิด หลายขนาด เลือกลงใช้ตามความเหมาะสมของงาน

7. ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

- MDB. (Main distribution board) เป็นตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก มี Main Circuit Breaker เพื่อตัดต่อวงจรไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร
- SDB. (Sub distribution board) เป็นตู้ควบคุมย่อย จ่ายกระแสไฟฟ้าไปตามตู้ PB. หรือ Load Center หลายๆ ตู้ ขึ้นอยู่กับขนาดของอาคาร
- PB (Panel board) หรือ Load Center เป็นแผง Circuit breaker ที่ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ มีหลายขนาด ขึ้นอยู่กับจำนวนของ Load

8. การต่อลงดิน

การต่อลงดิน คือการใช้ตัวนำทางไฟฟ้า ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า หรือ บริภัณฑ์ไฟฟ้า ต่อเข้ากับพื้น โลกอย่างมั่นคงถาวร การต่อลงดินมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดอันตรายที่อาจจะเกิดกับบุคคล และลดความเสียหายที่อาจจะเกิดกับเครื่องใช้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้า

หน้าที่หลักของสายดิน มีอยู่ 2 ประการ คือ

1. เมื่อเกิดแรงดันเกิน จะจำกัดแรงดันไฟฟ้าของวงจร ไม่ให้สูงจนอาจทำให้เครื่องใช้ ไฟฟ้าเสียหาย และลดแรงดันไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นที่เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ ส่วนประกอบ เนื่องจากการรั่ว หรือการเหนี่ยวนำ เพื่อลดอันตรายจากบุคคลที่ไปสัมผัส
2. เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน จะช่วยลดความเสียหายของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือระบบไฟฟ้า การต่อลงดินที่ถูกต้องจะช่วยให้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ป้องกันทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้

ชนิดของการต่อลงดิน มีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ

1. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding)
2. การต่อลงดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding)
3. การต่อลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Grounding)

9. ระบบป้องกันฟ้าผ่า

เป็นระบบที่ต้องมีในระบบไฟฟ้า โดยมาตรฐานการติดตั้งเป็นตัวบังคับ ประเทศไทยใช้มาตรฐานของ IEC เป็นหลัก ระบบป้องกันฟ้าผ่าจะประกอบด้วย ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคาร และระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในอาคาร ระบบป้องกันฟ้าผ่า มีวัตถุประสงค์ เพื่อ ป้องกันความเสียหายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้า และทรัพย์สินต่างๆ อันเนื่องมาจากฟ้าผ่า

10. อุปกรณ์ตัดตอน หรืออุปกรณ์ปลดวงจร

อุปกรณ์ตัดตอน หรือ อุปกรณ์ปลดวงจร มีหน้าที่ ตัดตอนวงจรไฟฟ้าออกยามไม่ต้องการให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในระบบ เช่น การซ่อมแซม และเพื่อ ป้องกันอันตรายต่อ ระบบ อันเนื่องมาจาก การใช้กระแสไฟฟ้าเกินพิกัด หรือ เกิดการลัดวงจร อุปกรณ์ตัดตอน ที่ใช้กันส่วนใหญ่ในปัจจุบัน คือ ฟิวส์ และ เซอร์กิต เบรกเกอร์ (CB.) แต่การใช้งานและ การออกแบบติดตั้ง ต้องใช้ขนาดและรูปแบบที่เหมาะสมกับงาน มิฉะนั้นอุปกรณ์ดังกล่าวจะไม่ทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ เช่น การเลือกขนาด CB สูงเกินไป เมื่อเกิดปัญหาหรือกระแสไหลเกินพิกัดของสาย จะทำให้ อุปกรณ์ จะไม่ตัดวงจร และเกิดความเสียหายเกิดขึ้นตามมา เช่น สายไหม้ หรือ อันตรายต่อหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น แนวปฏิบัติในการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

นิยาม

- 1.1 ระบบแรงต่ำ (Low Voltage System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างเฟส ไม่เกิน 750 โวลต์
- 1.2 ระบบแรงสูง (High Voltage System) หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างเฟส เกิน 750 โวลต์
- 1.3 เครื่องใช้ไฟฟ้า (Appliance) หมายถึง เครื่องใช้ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล เพื่อประโยชน์ใช้สอยทั่วไป ที่ไม่ได้ใช้เพื่องานอุตสาหกรรมโดยตรง เช่น เตา รีดไฟฟ้า เครื่องซักผ้า ฯลฯ
- 1.4 เครื่องอุปกรณ์ (Equipment) หมายถึง วัสดุ (Material) เครื่องประกอบ (Fitting) อุปกรณ์ (Device) เครื่องใช้ไฟฟ้า (Appliance) เครื่องกล (Machine) เครื่องมือ (Apparatus) ที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนต่อเนื่องกับการติดตั้งทางไฟฟ้า
- 1.5 อุปกรณ์ (Device) หมายถึง สิ่งที่มีอยู่ในระบบไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้า แต่ไม่ได้ใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรง
- 1.6 แผงสวิตช์ (Switchboard) หมายถึง แผงเคี้ยวขนาดใหญ่หรือหลายแผงประกอบกัน ซึ่งใช้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ได้ทั้งด้านหน้า และด้านหลังของแผงสวิตช์ เช่น สวิตช์ อุปกรณ์ป้องกัน บัส ฯลฯ โดยทั่วไป แผงสวิตช์จะเข้าถึงได้ทั้งด้านหน้า และด้านหลัง
- 1.7 แผงจ่ายไฟ (Panelboard) หมายถึง แผงเคี้ยวหรือกลุ่มของแผงเคี้ยว ที่ออกแบบให้ประกอบรวมกันเป็นแผงเดียว โดยติดตั้งอยู่ในตู้ติดตั้ง และสามารถเข้าถึงได้เฉพาะด้านหน้าเท่านั้น ประกอบด้วย บัส อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน อาจมีสวิตช์สำหรับควบคุมแสงสว่าง เครื่องทำความร้อน วงจรไฟฟ้ากำลัง
- 1.8 เมนสวิตช์ (Main switch) หมายถึง อุปกรณ์ปลด-สับวงจร ระหว่างสายเมนหลังมิเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กับสายวงจรของผู้ใช้ไฟ ประกอบด้วย เครื่องปลดวงจร และเครื่องป้องกันกระแสเกิน
- 1.9 สายเมน (Main service) หมายถึง สายไฟฟ้าที่ต่ออยู่ระหว่างมิเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกับเมนสวิตช์
- 1.10 สายป้อน (Feeder) หมายถึง สายไฟฟ้าที่ต่ออยู่ระหว่างเมนสวิตช์กับเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวสุดท้ายของวงจรย่อย

1.11 วงจรย่อย (Branch circuit) หมายถึง วงจรไฟฟ้า ระหว่างเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวสุดท้าย ถึงจุดที่สามารถนำไฟฟ้า ออกมาใช้กับเครื่องอุปกรณ์ได้

1.12 การต่อลงดิน (Grounding) หมายถึง การต่อตัวนำไฟฟ้า (ทั้งจงใจหรืออุบัติเหตุ) ระหว่างวงจรไฟฟ้า หรือเครื่องอุปกรณ์กับดิน หรือตัวนำอื่นๆที่ฝังอยู่ในดิน

1.13 โหลดต่อเนื่อง (Continuous load) หมายถึง โหลดที่มีโอกาสมีค่ากระแสสูงสุดต่อเนื่อง ตั้งแต่ 3 ชั่วโมงขึ้นไป

1.14 ขนาดกระแส (Ampacity) หมายถึง ปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ตัวนำสามารถรับได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่เสียหาย มีหน่วยเป็นแอมแปร์

1.15 พิกัดตัดกระแส (Interrupting rating) หมายถึง ค่ากระแสสูงสุดที่อุปกรณ์ปลดวงจรสามารถทำงานได้ โดยไม่ชำรุด เมื่อทำงานที่แรงดันไฟฟ้าเต็มพิกัด

1.16 ปลดได้โดยอิสระ (Trip free) หมายถึง การที่สวิตช์สามารถปลดวงจรได้ แม้ว่า ค้ำม มือจับ คันโยก หรือปุ่มบังคับสวิตช์อัตโนมัติ ยังอยู่ในตำแหน่งสับ

1.17 ทนสภาพอากาศ (Weatherproof) หมายถึง สภาพที่มีการสร้าง หรือการป้องกันไม่ให้สภาพอากาศ มีผลกระทบต่อการทำงาน หรือการใช้งานของเครื่องอุปกรณ์ เช่น ทนฝน กันฝน กันน้ำ แต่ไม่รวมถึงการกันฝุ่น กันอุณหภูมิสูง

1.18 เครื่องห่อหุ้ม (Enclosure) หมายถึง สิ่งที่ทำขึ้นเพื่อห่อหุ้ม หรือผนังที่ล้อมรอบเครื่องอุปกรณ์ เพื่อป้องกันบุคคลมิให้สัมผัสกับส่วนที่มีไฟ หรือป้องกันเครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องอุปกรณ์ ไม่ให้เกิดความเสียหายทางการภาพ

1.19 การกั้น (Guard) หมายถึง การป้องกัน โดยใช้ที่กำบัง ก่อ่ง ผนัง รั้ว ฯลฯ เพื่อมิให้บุคคลหรือวัตถุเข้าใกล้ หรือสัมผัสส่วนที่มีอันตรายได้

1.20 เปิดโล่ง (Exposed)

1.20.1 เมื่อใช้กับส่วนที่มีไฟฟ้า หมายถึง ส่วนที่มีไฟฟ้าสามารถสัมผัสหรือเข้าใกล้เกินระยะปลอดภัยโดยพลั้งผล เช่น ส่วนที่มีการกั้นที่ไม่เหมาะสม ไม่แยกส่วน หรือไม่หุ้มฉนวน

1.20.2 เมื่อใช้กับวิธีการเดินสาย หมายถึง วิธีการเดินสายที่อยู่บนผิว หรือติดกับผิว หรืออยู่ด้านหลังของแผงที่ออกแบบให้เข้าถึงได้

1.21 ด้านหน้าปลอดภัย (Dead front) หมายถึง ไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้บุคคลสัมผัสได้ทางด้านที่เข้าปฏิบัติงาน

1.22 หุ้มฉนวน (Insulated) หมายถึง หุ้มด้วยฉนวนทางไฟฟ้า ที่มีความหนาและชนิดเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และขนาดของแรงดันไฟฟ้า

1.23 เข้าถึงได้ (Accessible)

1.23.1 เมื่อใช้กับเครื่องอุปกรณ์ หมายถึง สามารถเข้าถึงได้โดยไม่มี การป้องกันด้วยประตูที่ติดกุญแจ หรือการติดตั้งไว้บนที่สูง หรือด้วยวิธีการอื่น

1.23.2 เมื่อใช้กับวิธีการเดินสาย หมายถึง สามารถถอดหรือเปิดออกได้ โดยไม่ทำให้ส่วนของอาคารหรือสิ่งปกปิดชำรุด หรือหมายถึง ไม่ได้ถูกส่วนของอาคาร หรือสิ่งปกปิดปิดอย่างถาวร

1.24 ที่ซ่อน (Concealed) หมายถึง สภาพที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ เพราะมีสิ่งก่อสร้างหรือส่วนของอาคารปิดอยู่ สายที่เดินในท่อสายถือว่าเดินในที่ซ่อน แม้ว่าจะสามารถเข้าถึงได้ โดยการดึงสายออกมา หรือรื้อท่อสายออก

1.25 ที่อันตราย (Hazardous Area) หมายถึง บริเวณที่อาจเกิดการลุกไหม้ หรือระเบิดได้ เนื่องจากมีก๊าซ ไอ ของเหลว ฝุ่น หรือเส้นใยที่ติดไฟได้

1.26 ดีมานด์แฟกเตอร์ (Demand Factor) หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบ หรือส่วนประกอบของระบบ กับ โหลดรวมทั้งหมดที่ต่อกับระบบหรือส่วนของระบบที่ต้องการพิจารณา

1.27 โคอินซิเดนซ์แฟกเตอร์ (Coincident Factor) หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ใน ช่วงเวลาหนึ่งของกลุ่มผู้ใช้ไฟ กับผลรวมของความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ของผู้ใช้ไฟแต่ละรายในกลุ่มนั้น ในช่วงเวลาเดียวกัน

1.28 ช่องเดินสาย (Raceways) หมายถึง ท่อหรือช่องทางที่ใช้ห่อหุ้มหรือยึดสายไฟฟ้า หรือบัสบาร์ เพื่อช่วย ในการเดินสายไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสาย รางเดินสาย ฯลฯ

1.29 ท่อร้อยสาย (Conduit) หมายถึง ท่อสายที่มีลักษณะเป็นท่อกลม มีทั้งที่เป็นท่อโลหะและท่อโลหะ เช่น ท่อพีวีซี ท่อพีอี ท่อโลหะชนิดบาง (EMT) ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (IMC) ท่อโลหะหนา (RSC)

1.30 รางเดินสาย (Wireways) หมายถึง ท่อสายที่เป็นราง ทำจากโลหะหรือโลหะ มีฝาเปิด-ปิดได้ อาจมี ช่องระบายอากาศด้วยก็ได้

1.31 รางเคเบิล (Cable Trays) หมายถึง รางเปิดที่ใช้วางสายไฟฟ้า ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ อาจเป็นรางแบบ ด้านล่าง เป็นขั้นบันได หรือด้านล่างปิดทึบ หรือด้านล่างมีช่องระบายอากาศ

1.32 บัสเวย์ (Busways)

หมายถึง ตัวนำเปลือยหรือหุ้มฉนวนที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน อาจออกแบบเป็นแผ่น ท่อ หรือแท่ง มี เครื่องห่อหุ้มเป็นโลหะ มีการต่อลงดิน แนวปฏิบัติในการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

มาตรฐานของเครื่องอุปกรณ์และสายไฟฟ้า

เครื่องอุปกรณ์และสายไฟฟ้าทุกชนิดที่ผู้ใช้ไฟจะหามาติดตั้งใช้งาน จะต้องมีความสัมพันธ์เป็นไปตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับคือมาตรฐาน IEC BS ANSI NEA DIN VDE UL JIS AS หากเครื่องอุปกรณ์ใดที่ไม่ได้ผลิตตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ จะต้อง ได้รับความเห็นชอบจาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคก่อน ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ไฟเอง โดยแยกรายละเอียดได้ ดังนี้

2.1 สายไฟฟ้าและตัวนำไฟฟ้า

2.1.1 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี เป็นไปตาม มอก.11 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้ม ฉนวนพีวีซี เป็นไปตาม มอก.293 2.1.2 สายไฟฟ้าเปลือย ตัวนำไฟฟ้าทองแดงรีดแข็งสำหรับสายส่งกำลังเหนือนดิน เป็นไปตาม มอก.64 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย เป็นไปตาม มอก.85

สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก เป็นไปตาม มอก.86

2.1.3 สายไฟฟ้าและตัวนำไฟฟ้านชนิดอื่น ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ

2.2 อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน

2.2.1 ตัวฟิวส์และตัวยึดฟิวส์ เป็นไปตาม มอก.506 และ มอก.507

2.2.2 สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือ เป็นไปตาม อก.824

2.2.3 สวิตช์ใบมีด เป็นไปตาม อก.706 2.2.4 อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกินชนิดอื่น ต้อง

เป็นไปตามมาตรฐาน ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ

2.3 มาตรฐานหลักดินและสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

2.3.1 แท่งเหล็กอาบโลหะชนิดกันการผุกร่อน หรือแท่งเหล็กหุ้มทองแดง หรือแท่งทอง ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 180 เซนติเมตร

2.3.2 แผ่นโลหะที่มีพื้นที่สัมผัสไม่น้อยกว่า 1,800 ตารางเซนติเมตร ถ้าเป็นเหล็กอาบโลหะชนิดกันการผุกร่อน ต้องหนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร ถ้าเป็นโลหะอื่นที่ทนต่อการผุกร่อน ต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.50 มิลลิเมตร

2.3.3 หลักดินชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิกภาคก่อน

2.4 ท่อเดินสายไฟฟ้า

2.4.1 ท่อพีวีซีแข็งสำหรับร้อยสายไฟฟ้า เป็นไปตาม มอก.216

2.4.2 ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ต้องเป็นชนิดที่ใช้สำหรับร้อยสายไฟฟ้าเท่านั้น มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ เช่น JIS BS UL

2.4.3 ท่อและทางเดินสายชนิดอื่นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ
หมายเหตุ : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้มีการประกาศใช้แล้ว ได้รวบรวมอยู่ในภาคผนวก ก.

ข้อกำหนดสำหรับสถานที่ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์

3.1 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน

ต้องมีที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับเครื่องอุปกรณ์อย่างเพียงพอรวมทั้งมีทางเข้าไปได้ด้วย ทั้งนี้ เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์

3.1.1 ระบบแรงต่ำ

(1) ต้องมีที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานอย่างเพียงพอ ที่จะปฏิบัติงานได้สะดวกและปลอดภัยในการบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์ ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานต้องมีความสูง ไม่น้อยกว่า 2 เมตร ความกว้างไม่น้อยกว่า 75 เซนติเมตร และความลึกต้องเป็นไปตาม ที่กำหนดใน ตารางที่ 3-1

(2) ความลึกให้วัดจากส่วนที่มีไฟฟ้าเปิด โล่งอยู่ หรือวัดจากด้านหน้าของเครื่องห่อหุ้มที่ว่าง เพื่อการปฏิบัติงานต้องพอเพียง สำหรับการเปิดประตู หรือฝาตู้ ได้อย่างน้อย 90 องศา ในทุกกรณี

(3) ทางเข้าถึงที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องมีอย่างน้อย 1 ทาง

(4) แผงสวิตช์และแผงควบคุมที่มีพิกัดกระแส ตั้งแต่ 1,200 แอมแปร์ ขึ้นไป และมีความกว้างของแผงเกิน 180 เซนติเมตร ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานต้องมีทางเข้าทั้งสองด้าน ทางเข้าต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และมีความสูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร ยกเว้น เมื่อด้านหน้าของตู้อุปกรณ์จนถึงทางเข้า ไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือมีที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานเป็นสองเท่าของที่กำหนดไว้ ยอมให้มีทางเข้าทางเดียวได้

(5) ส่วนที่มีไฟฟ้าเปิด โล่ง และอยู่ใกล้กับทางเข้า ต้องมีการกั้นอย่างเหมาะสมตามข้อ 3.2.1

(6) ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องจัดให้ได้รับแสงสว่างอย่างเพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้ ยกเว้น เมนสวิตช์หรือแผงจ่ายไฟในที่อยู่อาศัย ที่มีขนาดรวมกันไม่เกิน 100 แอมแปร์

(7) ห้ามใช้ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานเป็นที่เก็บของ

(8) ถ้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานเป็นที่โล่ง หรือเป็นทางผ่าน ต้องกั้นที่ว่างนั้นด้วยวิธีการที่เหมาะสม ในขณะที่มีการเปิดเครื่องห่อหุ้มเครื่องอุปกรณ์ เพื่อการปฏิบัติงาน

3.1.2 ระบบแรงสูง

(1) ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานอย่างเพียงพอ ที่จะปฏิบัติงานได้สะดวกและปลอดภัยในการบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์ ในที่ซึ่งมีไฟฟ้าเปิดโล่งอยู่ ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร ความกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร และความลึกต้องเป็นไปตามที่กำหนดใน ตารางที่ 3-2 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องพอเพียงสำหรับการ เปิดประตูตู้ หรือฝาตู้ได้อย่างน้อย 90 องศาในทุกกรณี

(2) ทางเข้าถึงที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ต้องมีอย่างน้อย 1 ทาง ที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความสูง ไม่น้อยกว่า 2 เมตร

(3) แผงสวิตช์และแผงควบคุมที่มีความกว้างเกิน 180 เซนติเมตร ต้องมีทางเข้าทั้งสองข้างของแผง ยกเว้น เมื่อ ด้านหน้าของตู้อุปกรณ์ ไม่มีสิ่งกีดขวางหรือมีที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานเป็นสองเท่าของที่กำหนดไว้ ยอมให้มีทางเข้า ทางเดียวได้

(4) เมื่อมีตัวนำเปลือยหรือหุ้มฉนวนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งอยู่ใกล้เคียงกับทางเข้า ต้องมีการกั้นตามข้อ 3.2.2

(5) ส่วนที่มีไฟฟ้าเปิด โล่ง ซึ่งไม่มีการกั้น ถ้าอยู่เหนือพื้นที่ปฏิบัติงานต้องติดตั้งอยู่ในระดับสูงไม่น้อยกว่าที่กำหนด ใน ตารางที่ 3-3

(6) ต้องมีบันไดถาวรที่เหมาะสมในการเข้าไปยังที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานในกรณีที่เครื่องอุปกรณ์ติดตั้งแบบยกพื้นที่ ชั้นลอย หรือที่ในลักษณะเช่นเดียวกัน

(7) ระบบให้แสงสว่างสำหรับที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานต้องจัดให้สามารถซ่อมแซมหรือเปลี่ยนดวงไฟได้โดยไม่เกิด อันตราย จากส่วนที่มีไฟฟ้า

3.2 การกั้นส่วนที่มีไฟฟ้า

ส่วนที่มีไฟฟ้าของเครื่องอุปกรณ์ที่มีแรงดัน ตั้งแต่ 50 โวลต์ขึ้นไป ต้องมีการกั้นส่วนที่มีไฟฟ้าเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ โดยกำหนดรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 ระบบแรงต่ำ

การกั้นอาจใช้เครื่องห่อหุ้มหรือวิธีการหนึ่งวิธีการใด ต่อไปนี้

(1) อยู่ในห้องหรือเครื่องห่อหุ้มที่มีลักษณะคล้ายกันซึ่งให้เข้าได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

(2) อยู่ในสถานที่ซึ่งมีที่กั้นหรือที่ปิดบังอย่างมั่นคงและการเข้าไปยังที่ว่าง ซึ่งอาจสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้ นั้น ทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ช่องเปิดใด ๆ ของที่กั้นหรือที่ปิดบัง ต้องมีขนาดหรืออยู่ในตำแหน่งที่ ผู้อื่น ไม่อาจสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้ โดยบังเอิญ หรือไม่อาจนำวัตถุซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้า ไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้านั้น ได้โดยบังเอิญ

(3) โดยการติดตั้งได้ระเบียง ได้กั้นเสา หรือบนนั่งร้าน มีให้ผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปได้ (4) ติดตั้งสูง จากพื้นไม่น้อยกว่า 240 เซนติเมตร

3.2.2 ระบบแรงสูง

การกั้นในระบบแรงสูง มีข้อกำหนดดังนี้

(1) การติดตั้งภายในอาคาร ในสถานที่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ เครื่องอุปกรณ์ต้องอยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ หรืออยู่ในห้องหรือบริเวณที่ใส่กุญแจได้ สวิตช์เกียร์ที่อยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ Unit substation หม้อแปลง ก่อตั้งสาย ก่อตั้งต่อสาย และเครื่องอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน ต้องทำป้ายหรือเครื่องหมายเตือนที่เหมาะสม ช่องระบายอากาศของหม้อแปลงแบบแห้ง หรือช่องของเครื่องอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน ต้องออกแบบให้วัตถุจากภายนอกลอดเข้าไปเบียดเบนพื้น ไปจากส่วนที่มีไฟฟ้า นอกจากนี้จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นเป็นการเฉพาะ

(2) การติดตั้งภายนอกอาคารในสถานที่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ การติดตั้งทางไฟฟ้าต้องอยู่ในเครื่องห่อหุ้ม หรือวิธีการอื่นที่ได้รับการรับรองแล้วว่าปลอดภัย

(3) ในที่ซึ่งมีการติดตั้งสวิตช์ หรือเครื่องอุปกรณ์อื่นในระบบแรงต่ำต้องมีการกั้นแยกออกจากระบบแรงสูง ด้วยแผ่นกั้น รั้ว หรือตาข่ายที่เหมาะสม การติดตั้งทางไฟฟ้าในห้องที่ปิดล้อม หรือบริเวณที่ล้อมรอบด้วยกำแพงผนัง หรือรั้วโดยมีการปิดกั้น ทางเข้าด้วยกุญแจ หรือวิธีการอื่นที่ได้รับการรับรองแล้ว ให้ถือว่าเป็นสถานที่เข้าได้ เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ชนิดของเครื่องห่อหุ้มต้องออกแบบ และสร้างให้สอดคล้องกับประเภทและระดับของอันตรายที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง กำแพง ผนัง หรือรั้วที่มีความสูงน้อยกว่า 213 เซนติเมตร ไม่ถือว่าเป็นการป้องกันการเข้าถึง นอกจากนี้จะมีสิ่งอื่นเพิ่มเติม ทำให้การกั้นนั้นมีคุณสมบัติ ในการกั้นเทียบเท่ากับกำแพง ผนังหรือรั้วที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 213 เซนติเมตร

3.3 การกั้นส่วนที่มียกจ่ายไฟ เครื่องอุปกรณ์ซึ่งในการทำงานปกติ เกิดประกายไฟ การอาร์ค หรือโลหะหลอมละลายต้องมีการปิดกั้น ด้วยวัสดุที่เหมาะสม และแยกออกจากวัสดุที่ติดไฟได้

3.4 ระยะห่างในการติดตั้งสายไฟฟ้า ระยะห่างในการติดตั้งสายไฟฟ้าเหนือพื้นดิน อาคารหรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ให้เป็นไปตาม ตารางที่ 3-4

การออกแบบระบบไฟฟ้า

1. วงจรย่อย

1.1 ขอบเขต ให้ใช้เฉพาะกับวงจรแสงสว่างหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือทั้ง 2 อย่าง รวมกันเท่านั้น

1.2 ข้อกำหนดของวงจรย่อย

(1) สายวงจรย่อยต้องมีขนาดเพียงพอที่จะจ่ายโหลด และมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.50 ตารางมิลลิเมตร

(2) วงจรย่อยทุกวงจรต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน เพื่อตัดวงจรเมื่อเกิดการลัดวงจรหรือใช้ไฟฟ้าเกิน

ขนาด

(3) ขนาดของวงจรย่อยกำหนดตามขนาดมาตรฐานของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ป้องกันวงจรย่อยนั้น ๆ เช่น 5 10 15 20 30 หรือ 50 แอมแปร์

(4) วงจรย่อยซึ่งมีจุดต่อทางไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปต้องมีโหลดดังต่อไปนี้

ก. วงจรย่อยขนาด 5 10 15 และ 20 แอมแปร์ โหลดที่ติดตั้งถาวรรวมกันแล้วจะต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของขนาดวงจรย่อย เมื่อใช้ร่วมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ได้เสียบ โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ได้เสียบแต่ละเครื่องจะต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดวงจรย่อย ข. วงจรย่อยขนาด 30 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร ขนาดชุดละไม่ต่ำกว่า 660 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่ดวงโคม โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ได้เสียบแต่ละเครื่องจะต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดวงจรย่อย ค. วงจรย่อยขนาด 40 และ 50 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดชุดละไม่ต่ำกว่า 660 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร

(5) โหลดของวงจรย่อยต้องคำนวณตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

ก. โหลดต่อเนื่องของวงจรย่อยต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดวงจรย่อย ยกเว้น ชุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ได้ออกแบบให้ใช้งาน ได้ร้อยละ 100 ยอมให้โหลดต่อเนื่อง ของวงจรย่อยใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 100 ของขนาดวงจรย่อย

ข. โหลดแสงสว่างและโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ทราบแน่นอนให้คิดตามที่ติดตั้งจริง

ค. โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไป ให้คิดโหลดเต้าละ 180 โวลต์แอมแปร์

ง. โหลดของเต้ารับที่ใช้เฉพาะงานให้คิดโหลดตามขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ

2. สายป้อน

(1) สายป้อนต้องมีขนาดเพียงพอที่จะจ่ายโหลดให้วงจรย่อยได้ไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดในวงจรย่อยและมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.50 ตารางมิลลิเมตร (2) การคำนวณขนาดของสายป้อน ให้ใช้คัมมอนด์แฟกเตอร์ตาม ตารางที่ 4-1 , ตารางที่ 4-2 และ ตารางที่ 4-3 ช่วยคำนวณ (3) สำหรับเต้ารับใช้เฉพาะงาน ให้คิดโหลดจากขนาดของเต้ารับที่มีขนาดสูงสุด รวมกับร้อยละ 75 ของขนาดเต้ารับที่เหลือ

3. สายนิวตรอล

(1) ต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรับกระแสโหลดไม่สมดุลสูงสุดและกระแสฮาร์โมนิกส์ได้ (2) ในระบบ 3 เฟส 4 สาย กระแสโหลดไม่สมดุลสูงสุด คำนวณจากผลรวมของ โหลด 1 เฟส ที่ต่ออยู่ระหว่างสายนิวตรอลกับสายเฟสใดเฟสหนึ่ง ที่มีค่ารวมกันมากที่สุด(3) ยอมให้ลดส่วนของกระแสโหลดไม่สมดุลที่เกิน 200 แอมแปร์ ร้อยละ 30 ยกเว้น ในกรณีที่โหลดเป็นโหลดชนิดปล่อยประจุ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องประมวลผลอิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องอุปกรณ์อื่นที่คล้ายกันที่รับไฟจากระบบ 3 เฟส 4 สายแบบววาย

4. เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อยและสายป้อน

วงจรย่อยและสายป้อนต้องมีการป้องกันกระแสเกินเครื่องป้องกันกระแสเกินมีรายละเอียด ดังนี้.-

(1) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถป้องกันตัวนำทุกสายเส้นไฟ ยกเว้น ตัวนำที่มีการต่อลงดิน (2) ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องไม่น้อยกว่าโหลดไม่ต่อเนื่องบวกด้วยร้อยละ 125 ของโหลดต่อเนื่อง และต้องมีขนาดไม่เกินขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเป็นไปตาม ตารางที่ 6-2 (3) เครื่องป้องกันกระแสเกินอาจเป็นฟิวส์ หรือสวิตช์อัตโนมัติก็ได้ (4) ฟิวส์ สวิตช์อัตโนมัติหรือการผสมของทั้งสองอย่างนี้ จะนำมาต่อขนานกันไม่ได้ ยกเว้น เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ประกอบสำเร็จมาจาก โรงงานผู้ผลิต และเป็นแบบที่ได้รับความเห็นชอบว่าเป็นหน่วย (Unit) เดียวกัน (5) ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมสำหรับดวง โคมเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออื่น ๆ เครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมเหล่านี้จะใช้แทนเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยไม่ได้ และไม่จำเป็นต้องเข้าถึงได้ทันที (6) ตำแหน่งของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องเป็นดังนี้

ก. เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อย ต้องติดตั้ง ณ จุดที่ห่างจากสายป้อนที่จ่ายพลังงานให้เป็นระยะความยาวของสายไม่เกิน 3 เมตร ข. เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับสายป้อน ต้องติดตั้ง ณ จุดที่ใกล้กับหม้อแปลงหรือสายเมนที่จ่ายพลังงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

(7) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องไม่ติดตั้งในสถานที่ซึ่งอาจเกิดความเสียหายได้และต้องไม่อยู่ใกล้กับวัตถุที่ติดไฟง่าย

(8) เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้อย่างมิดชิด แต่เฉพาะด้ามสับของสวิตช์อัตโนมัติยอมให้โพล์ออกมาข้างนอกได้ ยกเว้น หากติดตั้งไว้ที่แผงสวิตช์หรือแผงควบคุม ซึ่งอยู่ในห้องที่ไม่มีวัตถุติดไฟง่ายและไม่มีความชื้นด้วย ส่วนเครื่องป้องกันกระแสเกิน สำหรับบ้านอยู่อาศัยขนาดไม่เกิน 50 แอมแปร์ หนึ่งเฟสไม่ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้ก็ได้

(9) กล่องหรือตู้ซึ่งบรรจุเครื่องป้องกันกระแสเกิน ซึ่งติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้นต้องเป็นชนิดซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว และต้องมีช่องว่างระหว่างตู้กับผนังหรือพื้นที่ยอมรับไม่น้อยกว่า มิลลิเมตร

(10) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้สะดวก มีที่ว่างและแสงสว่างเพียงพอเพียง

(11) ต้องทำเครื่องหมายระบุวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนและทนต่อสภาพแวดล้อม ติดไว้ที่เครื่องปลดวงจรหรือที่ใกล้เคียงเครื่องปลดวงจรนั้นทุกเครื่อง เช่น เครื่องปลดวงจรของวงจรย่อย สายป้อนหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ยกเว้น ตำแหน่งและการจัดเครื่องปลดวงจรนั้นชัดเจนอยู่แล้ว

5. สายเมน

สายเมนที่จ่ายไฟให้ผู้ใช้ไฟรายหนึ่ง ๆ ต้องมีชุดเดียว นอกจากในกรณีที่มีความเห็นชอบจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยแบ่งประเภทของสายเมนได้ดังนี้

(1) สายเมนอากาศสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายหุ้มฉนวน มีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.50 ตารางมิลลิเมตร สำหรับสายทองแดงและไม่เล็กกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร สำหรับสายอะลูมิเนียม และมีข้อกำหนดขนาดของสายเมนภายในอาคาร ตาม ตารางที่ 4-4

(2) สายเมนอากาศสำหรับระบบแรงสูง เป็นสายเปลือยหรือสายหุ้มฉนวนก็ได้ และมีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้

(3) สายเมนใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งมีขนาดเพียงพอที่จะรับ โหลดทั้งหมดได้และขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร

(4) สายเมนใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง ต้องเป็นสายหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งและมีขนาดเพียงพอที่จะรับ โหลดทั้งหมดได้

6. เมนสวิตช์

ผู้ใช้ไฟต้องติดตั้งเมนสวิตช์เพื่อปลดวงจรทุกวงจร ออกจากสายเมนได้ เมนสวิตช์จะประกอบด้วย เครื่องปลดวงจรและเครื่องป้องกันกระแสเกิน ซึ่งอาจติดตั้งเป็นส่วนร่วมอยู่ในเครื่องเดียวกัน หรือเครื่องป้องกันกระแสเกินอาจมีคุณสมบัติเป็นเครื่องปลดวงจรได้ด้วย 6.1 เครื่องปลดวงจรระบบแรงต่ำ

(1) เครื่องปลดวงจรชนิด 1 เฟส ขนาดตั้งแต่ 50 แอมแปร์ขึ้นไปและชนิด 3 เฟส ทุกขนาด ต้องเป็นแบบที่ปลด-สับได้ขณะมีโหลด

(2) เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดวงจรทุกสายเส้นไฟได้พร้อมกันอย่างจงใจ

(3) ที่เครื่องปลดวงจรต้องสามารถมองเห็นได้ว่า อยู่ในตำแหน่งปลดหรือสับ

(4) เครื่องปลดวงจรต้องมีพิทช์ไม่น้อยกว่าเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดใหญ่สุดในระบบ

(5) เครื่องปลดวงจรที่มีเครื่องห่อหุ้ม ต้องสามารถปลดวงจรได้โดยไม่ต้องเปิดฝาเครื่องห่อหุ้ม

(6) เครื่องปลดวงจรจะติดตั้งภายในหรือภายนอกอาคารก็ได้ แต่ต้องเลือกชนิดให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และควรติดตั้งให้อยู่ใกล้กับแหล่งจ่ายไฟและสามารถเข้าปฏิบัติงานได้สะดวก

(7) ห้ามต่อเครื่องอุปกรณ์ด้านไฟเข้าของเครื่องปลดวงจร

ยกเว้น การต่อเข้าเครื่องวัด กระแสไหลเตอร์ สัญญาณต่าง ๆ เพื่อใช้ในวงจรควบคุมของเมนสวิตช์ ที่ต้องมีไฟเมื่อเครื่องปลดวงจรอยู่ในตำแหน่งปลด

6.2 เครื่องป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ

(1) เครื่องป้องกันกระแสเกินของเมนสวิตช์จะต่อออกจากเครื่องปลดวงจรของเมนสวิตช์

(2) ห้ามติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน ในสายเส้นที่มีการต่อลงดิน

ยกเว้น เครื่องป้องกันกระแสเกินที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติซึ่งมีการตัดวงจรเมื่อมีกระแสไหลเกิน

(3) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีความสามารถตัดกระแสลัดวงจรสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้และต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 กิโลแอมแปร์

(4) สวิตช์อัตโนมัติ ต้องเป็นชนิดที่ปลดได้โดยอิสระ (trip free) และต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า สวิตช์อยู่ในตำแหน่งใด

(5) เครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีคุณสมบัติตามข้อ 4.6.1 ให้ทำหน้าที่เป็นเครื่องปลดวงจรได้

(6) การป้องกันกระแสเกิน ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 4.4 สำหรับข้อที่นำมาใช้ด้วยได้

6.3 เครื่องปลดวงจรระบบแรงสูง

(1) เครื่องปลดวงจร ต้องสามารถปลดวงจรของผู้ใช้ไฟออกจากระบบจำหน่ายของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยติดตั้งในบริเวณที่ดินของผู้ใช้ไฟ ณ ตำแหน่งที่ใกล้กับจุดแยกสายมากที่สุด ในกรณีที่มีอุปกรณ์ป้องกันสำหรับเครื่องวัดแรงสูงที่ต้นทางให้ถือว่าเครื่องปลดวงจรแล้ว

(2) เครื่องปลดวงจร ต้องปลดสายเส้นไฟทั้งหมดได้พร้อมกัน

ยกเว้น ครอบเอาท์พิวส์คัทเอาท์ ดิสคอนเนคติงสวิตช์

(3) กรณีที่เครื่องปลดวงจรเป็นชนิด fuse cutout ชนิด drop out ติดตั้งบนเสาไฟฟ้าหรือโครงสร้างอื่น ที่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับเสาไฟฟ้า ไม่บังคับให้ปลดวงจรทุกสายเส้นไฟได้พร้อมกัน นอกจากจะมีกำหนดไว้ โดยเฉพาะในเรื่องนั้น ๆ

(4) เครื่องปลดวงจรที่เป็นพิวส์สวิตช์ หรือมีพิวส์ประกอบ ต้องสามารถตัดกระแสลัดวงจรในขณะที่สับเครื่องปลดวงจรได้ โดยเครื่องปลดวงจรไม่ชำรุด

(5) เมนสวิตช์ต้องมีหรือเตรียมการต่อสายทางด้านไฟออกลงดินไว้ให้พร้อม เมื่อปลดโหลดออกจากแหล่งจ่ายไฟ

6.4 เครื่องป้องกันกระแสเกินระบบแรงสูง

(1) ในสายเส้นไฟทุกเส้น จะต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน

(2) ถ้าใช้พิวส์ จะต้องมิกำกระแสต่อเนื่องไม่เกิน 3 เท่า ของขนาดกระแสของตัวนำ

(3) ถ้าเป็นตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit breaker) จะต้องมิกำขนาดปรับตั้งไม่เกิน 6 เท่าของขนาดกระแสของตัวนำ และมีคุณสมบัติดังนี้

ก. เป็นแบบปลดได้โดยอิสระ และสามารถปลด-สับ ได้ด้วยมือ

ข. สามารถมองเห็นได้ชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งปลดหรือสับ

ค. ถ้าเป็นแบบปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลาได้ ต้องออกแบบให้กระทำได้เฉพาะผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

ง. มีเครื่องหมายแสดงพิกัดต่างๆ ให้ชัดเจนและถาวร แม้หลังจากติดตั้งแล้ว

(4) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถทำงานสัมพันธ์กับอุปกรณ์ป้องกันของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

แผงสวิตช์และแผงจ่ายไฟ

4. แผงสวิตช์

4.1 แผงสวิตช์ที่มีส่วนมีไฟฟ้าเปิดโล่ง ต้องติดตั้งในสถานที่แห้งและจัดให้เข้าถึงได้เฉพาะผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้อง 4.2 ต้องมีที่ว่างระหว่างส่วนบนสุดของแผงสวิตช์กับเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร ยกเว้น มีแผ่นกั้นที่ทนไฟอยู่ระหว่างแผงสวิตช์กับเพดานหรือเป็นแผงสวิตช์ชนิดปิดหุ้มมิดชิด 4.3 แผงสวิตช์ต้องมีระยะห่างระหว่างบัสบาร์กับด้านล่างของผู้ไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร สำหรับบัสบาร์ หุ้มฉนวนและ 25 เซนติเมตร สำหรับบัสบาร์ไม่หุ้มฉนวน 4.4 แผงสวิตช์ที่เป็น โลหะรวมทั้งโครงที่รองรับที่เป็น โลหะทั้งของสวิตช์และของเครื่องอุปกรณ์ต้องต่อลงดิน เครื่องวัด รีเลย์ มิเตอร์ หรือหม้อแปลงเครื่องวัด (Instrument transformer) ซึ่งติดตั้งในแผงสวิตช์ต้องต่อลงดิน

5. แผงจ่ายไฟ

5.1 แผงจ่ายไฟทุกแผงต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่ากระแสของสายป้อนที่คำนวณได้ใน บทที่ 4 5.2 จำนวนเครื่องป้องกันกระแสเกินในแต่ละแผงจ่ายไฟต้องไม่เกิน 42 ขั้ว (ไม่รวมตัวที่เป็นเมน) 5.3 การป้องกันกระแสเกิน

(1) แผงจ่ายไฟของวงจรย่อยแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกแผงต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทางด้านไฟเข้า ยกเว้น สายป้อนของแผงจ่ายไฟนั้นติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกินขนาดของแผงจ่ายไฟอยู่แล้ว

(2) แผงจ่ายไฟที่ประกอบด้วยสวิตช์ธรรมดาขนาดไม่เกิน 30 แอมแปร์ หลายตัว ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีพิกัดไม่เกิน 200 แอมแปร์

(3) โหลดต่อเนื่องของเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกตัวในแผงจ่ายไฟต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินแต่ละตัว ยกเว้น ชุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ได้ออกแบบให้ใช้งานได้ร้อยละ 100 ยอมให้ใช้โหลดต่อเนื่องได้ไม่เกินร้อยละ 100

5.4 แผงจ่ายไฟที่ติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้น จะต้องป้องกันไม่ให้น้ำหรือความชื้นเข้าในแผงได้ และจะต้องติดตั้งให้ห่างจากผนัง หรือพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ถ้าเป็นแผงจ่ายไฟที่ติดตั้งในที่เปียกต้องเป็นแบบทนสภาพ

อากาศ (Weatherproof) 5.5 แผงจ่ายไฟต้องติดตั้งในตู้ หรือกล่อง หรือเครื่องห่อหุ้มที่ออกแบบเฉพาะ และเป็นแบบด้านหน้าปลอดภัย (dead front) 5.6 ส่วนของแผงจ่ายไฟที่เป็น โลหะ และไม่ใช้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า ต้องต่อถึงกันแล้วต่อลงดิน

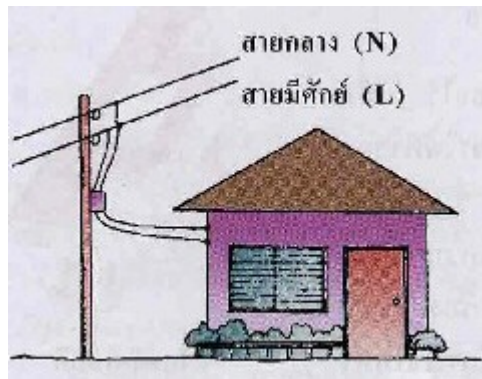
วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

วงจรไฟฟ้า เป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบรอบวงจรไฟฟ้าในบ้าน โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายไฟ สะพานไฟ ฟิวส์ สวิตช์ และเครื่องใช้ไฟฟ้าตามลำดับ แล้วจึงไหลกลับทางสายกลาง

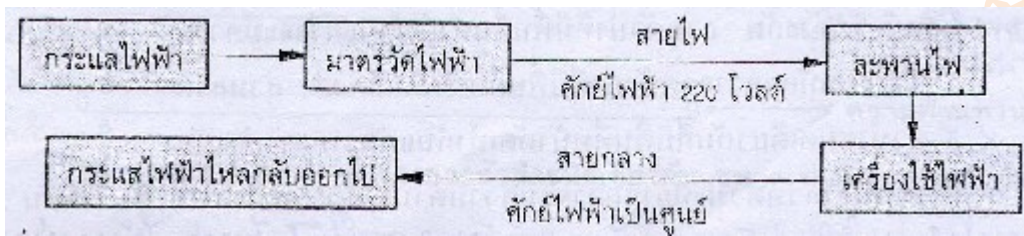
สายไฟของวงจรไฟฟ้าในบ้าน ประกอบด้วยสายไฟ 2 สาย คือ

1. สายมีไฟ มักจะหุ้มด้วยพีวีซีสีแดง มีศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือ เรียกว่า สาย L

2. สายกลาง มักจะหุ้มด้วยพีวีซีสีดำ มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ หรือ เรียกว่า สาย N



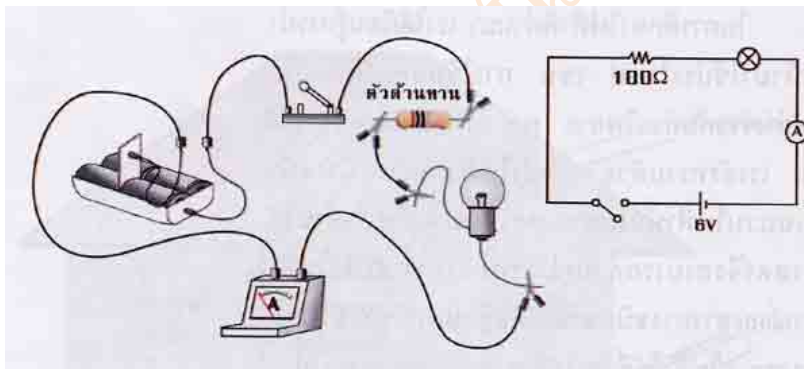
เมื่อใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าจะเป็นดังนี้



วงจรไฟฟ้าในบ้านประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า

วงจรปิด คือ วงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบวงจร

วงจรเปิด คือ วงจรไฟฟ้าที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้าขาด ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่ได้



อุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน ได้แก่ สายไฟ พิวส์ สะพานไฟ สวิตช์ เต้ารับ และเต้าเสียบ

สายไฟ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งพลังงานไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งในรูปของกระแสไฟฟ้า



สายไฟทำด้วยลวดตัวนำซึ่งเป็นโลหะ มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้า ซึ่งอาจเป็นยางหรือพลาสติก พิวซี หรือฉนวนด้วยน้ำยาเคมี เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว

ฟิวส์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้า เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไป เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์เกินกำหนด จะเกิดความร้อนขึ้นที่ฟิวส์ ทำให้ฟิวส์หลอมละลาย ฟิวส์จึงขาด ฟิวส์จึงช่วยป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจรได้ ฟิวส์เป็นโลหะผสมของ บิสมัท ตะกั่ว และดีบุก มีจุดหลอมเหลวต่ำ ฟิวส์มีหลายชนิด แต่ละชนิดจะใช้แตกต่างกัน ดังนี้

ฟิวส์แบบเส้นลวด นิยมใช้ตามบ้านเรือน และสะพานไฟ



ฟิวส์แบบขวดกระเบื้อง นิยมใช้ตามบ้านเรือนและแผงไฟ



ฟิวส์แผ่น ปลายทั้งสองข้างมีขมี้เกี่ยวทำด้วยทองแดง นิยมใช้ติดตั้งควบคุมไฟในอาคารใหญ่ๆ โรงงาน และโรงเรียน



ฟิวส์บรรจุในหลอดแก้ว นิยมใช้ในวงจรไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น โทรทัศน์ วิทยุ



ฟิวส์ที่ใช้ตามบ้านมีหลายขนาดให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม คือ ขนาด 5 , 10 , 15 , 20 30 แอมแปร์

ฟิวส์ขนาด 10 แอมแปร์ หมายถึง ฟิวส์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ไม่เกิน 10 แอมแปร์ ถ้ากระแสไหลผ่านเกินกว่านี้ จะทำให้ฟิวส์หลอมละลายขาดได้

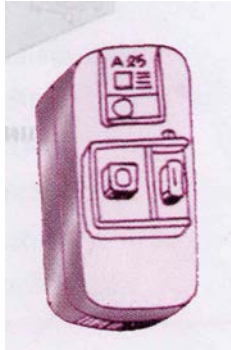
การเลือกใช้ขนาดของฟิวส์ให้เหมาะสม ทำได้โดยการคำนวณหาปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า

สูตร

$$\text{กำลังไฟฟ้า} = \text{ความต่างศักย์ไฟฟ้า} \times \text{กระแสไฟฟ้า}$$

การเลือกใช้ฟิวส์ ควรเลือกฟิวส์ที่ทนกระแสไฟฟ้าสูงสุดได้มากกว่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในบ้านเล็กน้อย และไม่ควรใช้ลวดเหล็กหรือลวดทองแดงที่มีจุดหลอมเหลวสูงแทนฟิวส์ เพราะเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไป ลวดเหล็กหรือลวดทองแดงจะไม่หลอมละลาย จึงไม่ช่วยตัดวงจรไฟฟ้าในบ้าน

ฟิวส์อัตโนมัติ ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกินกำหนด หรือเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร นิยมใช้ต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้ามากๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ มอเตอร์ เป็นต้น



สวิตช์อัตโนมัติ

สะพานไฟหรือ คัทเอาท์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปิดปิดวงจรไฟฟ้าในบ้านหรืออาคาร ซึ่งเปรียบเสมือนกับสวิตช์ขนาดใหญ่ของบ้าน เราสามารถใช้สะพานไฟควบคุมวงจรไฟฟ้าในแต่ละส่วนของบ้านได้



สวิตช์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าที่จะผ่านเข้าไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆภายในบ้านให้เปิดปิดได้ตามต้องการ เช่น สวิตช์ปิด-เปิดหลอดไฟ สวิตช์กดกริ่ง สวิตช์พัดลมที่เปิดได้หลายจังหวะ เป็นต้น บนสวิตช์จะมีตัวเลขกำกับ เช่น 15 A 300 V AC หมายความว่า สวิตช์ใช้กับกระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 15 แอมแปร์ ความต่างศักย์ไม่เกิน 300 โวลต์ และการต่อสวิตช์ต้องต่ออนุกรมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า



เต้ารับและเต้าเสียบ เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารบ้านเรือนหลายชนิด เช่น พัดลม โทรทัศน์ เครื่องรับวิทยุ นอกจากจะมีสวิตช์ติดประจำอยู่ที่ตัวเครื่องแล้ว ยังมีสายไฟติดมากับเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วย ซึ่งที่ปลายสายไฟจะมีเต้าเสียบ เมื่อนำไปเสียบกับเต้ารับแล้วจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่เครื่องไฟฟ้าให้ครบวงจร



ภายในบ้านควรติดตั้งเต้ารับไว้หลายๆจุดเพื่อสะดวกในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า และไม่ควรต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายๆเครื่องเข้ากับเต้ารับอันเดียวกัน เพราะจะทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านสายไฟเข้าเต้ารับมากเกินไป ทำให้เกิดความร้อนสูงในสายไฟและเต้ารับจนเกิดเพลิงไหม้ได้

เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านและสำนักงาน

โทรทัศน์



- ควรดึงปลั๊กออกทุกครั้งหลังจากปิดสวิตช์ เพราะการเสียบปลั๊กทิ้งไว้ทำให้สิ้นเปลืองไฟ อาจก่อให้เกิดอันตรายในขณะที่เกิดฟ้าแลบ ฟ้าผ่าได้
- ปิดโทรทัศน์เมื่อไม่ได้ใช้ และควรใช้โทรทัศน์รุ่นตั้งเวลาปิดอัตโนมัติเพื่อช่วยประหยัดไฟฟ้า
- ควรวางโทรทัศน์ไว้ในจุดที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ให้ห่างจากผนังอย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพื่อระบายความร้อนด้านหลัง
- ไม่ควรปรับจอภาพให้สว่างเกินไป จะทำให้หลอดภาพมีอายุใช้งานสั้น และสิ้นเปลืองไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น
- ควรเลือกใช้สายอากาศภายนอกบ้านที่มีคุณภาพดี และติดตั้งถูกต้อง
- ทำความสะอาดโทรทัศน์โดยใช้ผ้านุ่มเช็ดถู ส่วนจอภาพ อาจใช้น้ำยาล้างจานผสมน้ำ ชุบผ้าบิดหมาดๆ เช็ดเบาๆ ก่อนเช็ดด้วยผ้านุ่มแห้งๆ อีกครั้งหนึ่ง และอย่าลืมถอนปลั๊กออกก่อนทำความสะอาดเพื่อความปลอดภัย

หม้อหุงข้าวไฟฟ้า



การใช้หม้อหุงข้าว

1. ใส่ข้าวและน้ำไม่เกินขนาดของหม้อ
2. ขณะหุงต้มให้ปิดฝาหม้อ
3. เมื่อหุงข้าวสุกแล้วควรดึงปลั๊กออก

การดูแลรักษา

1. การดูแลส่วนที่เป็นเตา ถ้าเปื้อนให้เช็ดด้วยผ้าหมาดชุบน้ำยาล้างภาชนะ เช็ดด้วยผ้าชุบน้ำสะอาด แล้วเช็ดด้วยผ้าให้แห้ง
2. ส่วนที่เป็นหม้อหุงข้าว ทำความสะอาดได้ตามปกติ แต่ถ้าจะนำไปตั้งบนเตาต้องเช็ดด้านนอกของหม้อให้แห้ง โดยเฉพาะส่วนที่เป็นก้นหม้อ

ตู้เย็น



- อย่าเปิดๆ ปิดๆ ตู้เย็นบ่อยๆ หรือเปิดค้างไว้เป็นเวลานานๆ โดยไม่จำเป็น เพราะจะส่งผลต่อค่าไฟ เนื่องจากคอมเพรสเซอร์ในตู้เย็นจะตัดเมื่อถึงระดับกระแสไฟฟ้าหมุนเวียนในตู้ เย็นเพียงพอ แต่เมื่อใดที่เปิดตู้เย็นโดยไม่จำเป็น คอมเพรสเซอร์จะทำงานหนักอย่างต่อเนื่อง

- อย่าใส่สิ่งของจนแน่นตู้เย็น เพราะความเย็นจะไหลเวียนไม่สะดวก

- ตรวจสอบยางขอบประตูตู้เย็น โดยเสียบกระดาษระหว่างขอบยางแล้วปิดประตู ถ้าสามารถเลื่อนกระดาษขึ้นลงได้แสดงว่าขอบยางเสื่อม ควรเปลี่ยนใหม่เพราะคอมเพรสเซอร์ทำงานหนัก สิ้นเปลืองไฟ

- หมั่นละลายน้ำแข็ง อย่าให้น้ำแข็งเกาะในช่องน้ำแข็งมากเกินไป โดยกดปุ่มละลายน้ำแข็ง หรือดึงปลั๊กออกจนน้ำแข็งละลายหมด

- ควรตั้งอุณหภูมิภายในตู้เย็น 3-6 องศาเซลเซียส และในช่องแช่แข็งระหว่าง ลบ 15-18 องศาเซลเซียส ถ้าตั้งไว้เย็นกว่าที่กำหนด 1 องศาเซลเซียส จะสิ้นเปลืองไฟเพิ่มขึ้นร้อยละ 25

- ควรตั้งตู้เย็นห่างจากผนังทั้งด้านหน้า หลัง และด้านข้างอย่างน้อย 15 ซม. เพื่อให้การระบายความร้อนดีขึ้น ประหยัดไฟได้ร้อยละ 39

กาต้มน้ำไฟฟ้า



การใช้กาต้มน้ำไฟฟ้า

1. เติมน้ำเท่าที่จำเป็นต้องใช้
2. ปิดฝาเพื่อช่วยให้ร้อนเร็วขึ้น

3. ถ้าน้ำเดือดแล้วรีบถอดปลั๊ก อย่าเสียบปลั๊กไฟไว้ เพราะจะไม่ปลอดภัย

การดูแลรักษา

1. ต้องหมั่น ล้างทำความสะอาดภายในกาต้มน้ำอย่าให้มีตะกอนจับในหม้อ เพราะจะเป็นฉนวนความร้อนทำให้น้ำเดือดช้า เปลืองไฟ และเสียเวลาในการต้ม
2. กาต้มน้ำ ไฟฟ้า ส่วนที่เป็นปลั๊กเสียบขดลวด ห้ามให้ถูกน้ำ วิธีที่ดีที่สุด คือ ใช้ฟองน้ำที่ชุบน้ำผสมน้ำยาล้างจาน เช็ดภายนอกและเช็ดด้วยน้ำสะอาด แล้วใช้ผ้าแห้งเช็ดให้แห้ง

เตาอบไมโครเวฟ



การใช้เตาอบไมโครเวฟ

1. ศึกษาเอกสารแนะนำการใช้งานพร้อมการติดตั้งและการบำรุงรักษาเครื่อง
2. ควรติดตั้ง ให้ห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร เพื่อความร้อนและไอความร้อนจากเตาอบ จะได้ระบายสะดวก และควรติดตั้งห่างจากแหล่งความร้อนและน้ำ รวมทั้งห่างจากโทรทัศน์และวิทยุ
3. การทำอาหารโดยเฉพาะอาหารที่เป็นน้ำควรใช้ภาชนะปากกว้าง อย่าปิดฝาสนิท ต้องมีรูหรือช่องทางที่อากาศและความร้อนจะออกได้บ้าง
4. อย่าใช้เตาอบในการทอดอาหาร และอย่าให้เครื่องทำงานขณะที่ไม่มีอาหาร
5. ห้ามใช้เตาอบไมโครเวฟอุ่นอาหารนานๆ หรืออุ่นอาหารที่มีปริมาณน้อย มีความชื้นต่ำ หรือไขมันต่ำ
6. ห้ามวางสิ่งของใดๆ ไว้บนเตาไมโครเวฟ
7. ใช้ภาชนะที่ไม่มีผลกระทบต่อระบบการทำงาน ประสิทธิภาพ และต่อคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งได้แก่ แก้วทนไฟที่ใช้กับเตาอบไมโครเวฟ เครื่องชามจีนที่ไม่มีลายเคลือบโลหะ เครื่องดินเผา พลาสติกที่ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการใช้งานกับเตาอบไมโครเวฟได้

การดูแลรักษา

หมั่นทำความสะอาดโดยใช้ฟองน้ำชุบน้ำสะอาดเช็ดภายใน แล้วใช้ผ้าแห้ง นุ่ม สะอาดเช็ดอีกครั้ง ถ้ามีคราบอาหารให้เช็ดด้วยน้ำผสมเบกกิ้งโซดา

เครื่องเล่นวีซีดี วิทยุ-เครื่องเสียง



- ตั้งเครื่องเล่นวีซีดี วิทยุ หรือเครื่องเสียงให้ห่างจากเตาไมโครเวฟ เพื่อไม่ให้ระบบการทำงานถูกคลื่น

ไมโครเวฟรบกวน

- เวลาปิดวิทยุหรือเครื่องเล่นไม่ควรปิดเครื่องโดยใช้รีโมต เพราะการปิดด้วยวิธีนี้เครื่องยังทำงานอยู่ เปลืองค่าไฟฟ้า ให้ปิดจากสวิทช์ที่เครื่องแทน

- หมั่นทำความสะอาดหัวอ่านเครื่องเล่นวีซีดี หรือเครื่องเสียงเป็นประจำ เพื่อยืดอายุการใช้งาน
เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า



เลือกเครื่องทำน้ำอุ่นให้เหมาะสมกับการใช้งานเป็นหลัก เช่น ต้องการใช้น้ำอุ่นเพื่ออาบน้ำ หรือล้างจาน เป็นต้น

1. เลือกใช้หัวฝักบัวชนิดประหยัดน้ำ (Water Efficient Showerhead) เพราะประหยัดน้ำกว่าหัวฝักบัวธรรมดา 25-75%
2. เลือกใช้เครื่องทำน้ำอุ่นที่มีถังน้ำภายในตัวเครื่อง และมีฉนวนหุ้ม เพราะสามารถลดการใช้พลังงานได้ 10-20%
3. หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าชนิดที่ไม่มีถังน้ำภายใน เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองการใช้พลังงานในการทำน้ำให้ร้อนตลอดเวลา
4. ไม่ควรเปิดเครื่องทำน้ำอุ่นทิ้งไว้ตลอดเวลา โดยเฉพาะขณะที่ถูสบู่
5. ปิดวาล์วน้ำและสวิทช์ทันทีที่เลิกใช้งาน
6. หมั่นตรวจสอบการทำงานของเครื่องให้มีสภาพดีอยู่เสมอ ตลอดจนตรวจสอบระบบท่อน้ำและรอยต่ออย่าให้มีการรั่วซึม

เครื่องซักผ้าแบบฝาหน้า



การใช้งานที่ถูกต้องวิธี

1. ควรแช่ผ้าก่อนเข้าเครื่อง จะทำให้ง่ายต่อการซักผ้า
2. ปริมาณผ้าที่ซักให้เป็นไปตามพิกัดของเครื่อง อย่าใส่ฝ้าน้อยหรือมากเกินไปเกินกำลังของเครื่อง
3. ศึกษาและปฏิบัติตามคู่มือการใช้งานอย่างเคร่งครัด

การบำรุงรักษา

1. ช่องผงซักฟอก และน้ำยาปรับผ้านุ่ม ควรถอดออกมาล้างเป็นระยะ ๆ โดยใช้แปรงสีฟันขัดทำความสะอาด
2. ตัวถังภายนอก ควรใช้ฟองน้ำ หรือผ้าชุบน้ำอุ่นหมาด ๆ เช็ดทำความสะอาด
3. ขอบยาง ควรเช็ดให้แห้งทุกครั้งหลังการใช้งานและไม่ควรปิดประตูเครื่อง เนื่องจากจะทำให้กลิ่นอับชื้น และเกิดเชื้อราได้ง่าย
4. ตัวถังภายใน ควรล้างทำความสะอาดเดือนละครั้ง หรือสูงสุดสามเดือนครั้ง วิธีการล้างถังซัก ให้ตั้งโปรแกรมการซักผ้าหนา ตั้งอุณหภูมิน้ำไว้ที่สูงสุด เปิดเครื่องและปล่อยให้ทำงานจนจบโปรแกรมโดยไม่ต้องใส่เสื้อผ้าและผงซักฟอก ในกรณีที่ไม่มีโปรแกรมน้ำร้อนให้ใช้น้ำส้มสายชู 1 ขวด เทลงไปในถังซัก ตั้งโปรแกรมการซักผ้าหนา และโปรแกรมสกปรกปานกลาง ไม่ต้องใส่เสื้อผ้าและผงซักฟอก เปิดเครื่องและปล่อยให้เครื่องทำงานไปจนจบโปรแกรม
5. บานประตูและกระจก ให้ใช้ผ้าชุบน้ำหมาด ๆ เช็ด โดยรอบโดยเฉพาะด้านใน
6. ใส้กรองน้ำทิ้ง ควรถอดทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากอาจเป็นสาเหตุการอุดตันได้

เครื่องพิมพ์ (ปริ้นเตอร์)



เครื่องพิมพ์ คือ อุปกรณ์แสดงผลที่ใช้สำหรับพิมพ์ข้อมูลที่เป็นเอกสาร ข้อความ และรูปภาพ ที่อยู่บนจอภาพให้ไปปรากฏบนกระดาษ เพื่อสามารถนำไปใช้งานอื่นๆ ได้ เครื่องพิมพ์ใช้แสดงผลงานลงบนกระดาษได้ทั้งตัวอักษร และรูปภาพ ปัจจุบันมีให้เลือกหลายแบบเพื่อการนำไปใช้งานที่ต่างกันออกไป

เครื่องโทรสาร



เครื่องโทรสารเป็นเครื่องใช้สำนักงานที่ช่วยในการติดต่อธุรกิจให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และเป็นหลักฐานที่สามารถใช้อ้างอิงได้

เนื่องจากสามารถส่งข้อมูล ไปยังผู้รับปลายทางได้ในเวลาเพียงไม่กี่วินาทีและเสียค่าใช้จ่ายอย่างประหยัดอีกด้วย ธุรกิจทุกแห่งจึงมีเครื่องโทรสารไว้สำหรับการรับส่งข้อมูล และมักจะเปิดเครื่องไว้ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อที่จะไม่พลาดข่าวสารข้อมูลต่าง ๆ ในปัจจุบันเครื่องโทรสารได้รับการพัฒนาให้มีหน่วยความจำที่สามารถบันทึกข้อมูล แม้จะปิดเครื่องไว้ก็ตาม นับเป็นความก้าวหน้าอีกขั้นหนึ่ง

คอมพิวเตอร์



คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องใช้สำนักงานที่มีความสำคัญมากที่สุดในปัจจุบัน พนักงานทั่วไปทำงานผ่านหน้าจอกอมพิวเตอร์กันแทบจะทั้งสิ้น ดังนั้นการจัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์จึงมีความสำคัญมาก เพราะจำนวนงบประมาณของเครื่องใช้สำนักงานส่วนใหญ่หมดไปกับเจ้าสิ่งนี้ ดังนั้นก่อนการตัดสินใจเลือกซื้อจึงควรเสาะหาผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีมาเป็นที่ปรึกษาก่อน

เครื่องถ่ายเอกสาร



เครื่องถ่ายเอกสาร หมายถึงเครื่องจักรที่ใช้สำหรับถ่ายภาพหรือข้อความจากเอกสารลงบนกระดาษเพื่อจัดทำเป็นสำเนาโดยมีภาพและ ข้อความที่เหมือนกับต้นฉบับทุกประการ

เครื่องถ่ายเอกสารมีหลายชนิดด้วยกัน หน่วยธุรกิจหรือสำนักงานแต่ละแห่งจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน เราแบ่งเครื่องถ่ายเอกสารออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. เครื่องถ่ายเอกสารธรรมดา

เครื่องถ่ายเอกสารแบบธรรมดาเป็นเครื่องถ่ายเอกสารในระยะเริ่มแรกที่มีระบบการทำงานแบบปกติ ไม่มีขีดความสามารถพิเศษ นอกเหนือไปจากการถ่ายเอกสารจากต้นฉบับลงบนกระดาษถ่ายเอกสารที่เป็นขนาดปกติเท่าต้นฉบับ

2. เครื่องถ่ายเอกสารแบบย่อขยาย

เครื่องถ่ายเอกสารแบบย่อขยายเป็นเครื่องถ่ายเอกสารที่ถูกพัฒนาขึ้นให้มีขีดความสามารถในการย่อขนาดเอกสารให้เล็กลงและขยายขนาดเอกสารให้มีขนาดใหญ่ขึ้นได้บนขนาดกระดาษปกติ จัดว่าเป็นขีดความสามารถพิเศษที่นอกเหนือไปจากการถ่ายเอกสารแบบธรรมดา ช่วยให้ลดจำนวนเอกสารในสำนักงานลงเป็นอย่างมาก

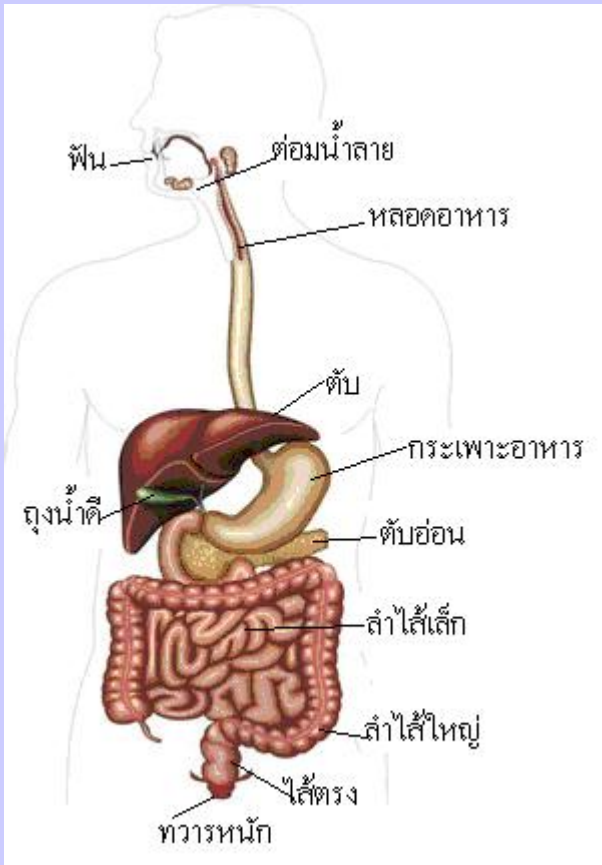
3. เครื่องถ่ายเอกสารระบบดิจิทัล

เครื่องถ่ายเอกสารระบบดิจิทัล เป็นเครื่องถ่ายเอกสารที่ได้รับการพัฒนาด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าและทันสมัย ให้มีขีดความสามารถพิเศษนอกเหนือไปจากการถ่ายเอกสารปกติ สามารถทำสำเนาได้จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว เอกสารจะมีความคมชัดและประหยัดค่าใช้จ่าย สะดวกและง่ายต่อการใช้เพราะมีโปรแกรมสำเร็จรูปควบคุมการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม



(Digestive system)



อวัยวะระบบย่อยอาหารประกอบด้วย

1. ฟัน (Teeth)
2. ลิ้น (Tongue)
3. ต่อม้ำลาย (Salivary Grand)
4. หลอดอาหาร (Esophagus)
5. กระเพาะอาหาร (Stomach)
6. ตับอ่อน (Pancreas)
7. ตับ (Liver)
8. ถุงน้ำดี (Gallbladder)
9. ลำไส้เล็ก (Small intestine)
ลำไส้เล็ก มี 3 ส่วน คือ
 1. ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum)
 2. ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum)
 3. ลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum)
10. ลำไส้ใหญ่ (Large intestine)
ลำไส้ใหญ่ มี 5 ส่วน คือ
 1. ลำไส้ใหญ่ส่วนขึ้น (Ascending Colon)
 2. ลำไส้ใหญ่ส่วนขวาง (Transverse Colon)
 3. ลำไส้ใหญ่ส่วนลง (Descending Colon)
 4. ลำไส้ใหญ่ส่วนโค้ง (Sigmoid Colon)
 5. ไส้ติ่ง (Vermiform Appendix)
11. ไส้ตรง (Rectum)
12. ทวารหนัก (Anus)

กระบวนการในการย่อยอาหาร

1. การย่อยเชิงกล เป็นการเปลี่ยนแปลงอาหารให้มีขนาดอนุภาคเล็กลง โดยการบดเคี้ยวของฟัน
2. การย่อยเชิงเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงอาหารให้มีขนาดอนุภาคเล็กลง โดยอาศัยเอนไซม์หรือน้ำย่อย

เอนไซม์

เอนไซม์เป็นสารประกอบประเภท โปรตีนที่ร่างกายสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่เร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีในร่างกาย เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสารอาหารเรียกว่า "น้ำย่อย" เอนไซม์มีสมบัติที่สำคัญ ดังนี้

- เป็นสารประเภทโปรตีนที่สร้างขึ้นจากสิ่งมีชีวิต
- ช่วยเร่งปฏิกิริยาในการย่อยอาหารให้เกิดเร็วขึ้นและเมื่อเร่งปฏิกิริยาแล้วยังคงมีสภาพเดิมสามารถใช้เร่งปฏิกิริยาโมเลกุลอื่นได้อีก
- มีความจำเพาะต่อสารที่เกิดปฏิกิริยาชนิดหนึ่ง ๆ
- เอนไซม์จะทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

1. อุณหภูมิ เอนไซม์แต่ละชนิดทำงานได้ดีที่อุณหภูมิต่างกัน แต่เอนไซม์ในร่างกายทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
2. ความเป็นกรด-เบส เอนไซม์บางชนิดทำงานได้ดีเมื่อมีสภาพที่เป็นกรด เช่น เอนไซม์เพปซินในกระเพาะอาหาร เอนไซม์บางอย่างทำงานได้ดีในสภาพที่เป็นเบส เช่น เอนไซม์ในลำไส้เล็ก เป็นต้น
3. ความเข้มข้น เอนไซม์ที่มีความเข้มข้นมากจะทำงานได้ดีกว่าเอนไซม์ที่มีความเข้มข้นน้อย

การทำงานของเอนไซม์

1. เอนไซม์ในน้ำลาย ทำงานได้ดีในสภาวะเป็นเบสเล็กน้อย เป็นกลาง หรือเป็นกรดเล็กน้อยจะขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาลและที่อุณหภูมิปกติของร่างกายประมาณ 37 องศาเซลเซียส
 2. เอนไซม์ในกระเพาะอาหาร ทำงานได้ดีในสภาวะเป็นกรด และที่อุณหภูมิปกติของร่างกาย
 3. เอนไซม์ในลำไส้เล็ก ทำงานได้ดีในสภาวะเป็นเบส และอุณหภูมิปกติของร่างกาย
- สารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่จะถูกย่อยให้เป็น โมเลกุลขนาดเล็กที่สุด ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต	----->	กลูโคส
โปรตีน	----->	กรดอะมิโน
ไขมัน	----->	กรดไขมัน + กลีเซอรอล

การทำงานของระบบย่อยอาหาร

ปาก	เมื่ออาหารเข้าปากฟันจะทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหารให้มีขนาดเล็กลง โดยมีลิ้นช่วยในการ
-----	--

	<p>คลุกเคล้าอาหารให้ผสมกับน้ำลายที่ผลิตจากต่อมน้ำลายใต้หู ใต้ลิ้น และได้ขากรรไกร ทำให้อาหารลื่น อ่อนนุ่ม ในน้ำลายจะมีเอนไซม์ชื่อ ไทยาลิน(Ptyalin) ซึ่งเป็นอะไมเลสชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาในการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล เราจึงรู้สึกหวานเมื่อเราอมข้าว</p>
หลอดอาหาร	<p>เป็นกล้ามเนื้อเรียบทำหน้าที่บีบรัดอาหารให้เคลื่อนที่ลงสู่กระเพาะอาหาร</p>
กระเพาะอาหาร	<p>จะสร้างเอนไซม์เพปซินและกรดไฮโดรคลอริกออกมา เพื่อช่วยในการย่อยอาหารประเภทโปรตีนให้มีขนาดเล็กลง และส่งไปย่อยต่อที่ลำไส้เล็ก ส่วนสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต และไขมันจะไม่มีการย่อยในกระเพาะอาหาร</p>
ลำไส้เล็ก	<p>จะมีการย่อยสารอาหารทั้งประเภทโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตซึ่งจะมีเอนไซม์ที่ผลิตจากหลายแหล่งเพื่อช่วยในการย่อย ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผนังลำไส้เล็ก สร้าง <ul style="list-style-type: none"> เอนไซม์มอลเทส ย่อยน้ำตาลมอลโทสเป็นน้ำตาลกลูโคส เอนไซม์ซูเครส ย่อยน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรักโทส เอนไซม์แลกเทส ย่อยน้ำตาลแลคโทสเป็นน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลกาแลคโทส 2. ตับอ่อน สร้าง <ul style="list-style-type: none"> เอนไซม์ไลเพสย่อยไขมันเป็นกรดไขมันกับกลีเซอรอล เอนไซม์อะไมเลส ย่อยแป้งเป็นน้ำตาลมอลโทส เอนไซม์ทริพซินย่อยโปรตีนหรือเพปไทด์เป็นกรดอะมิโน 3. ตับ สร้างน้ำดี ไปเก็บไว้ที่ถุงน้ำดี ซึ่งมีฤทธิ์เป็นเบสอ่อนๆ น้ำดีไม่ใช่เอนไซม์จึงไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการย่อยแต่น้ำดีจะช่วยทำให้ไขมันแตกตัวออกมาเป็นเม็ดเล็กๆ เพื่อให้เอนไซม์ไลเพสย่อยไขมันได้ง่ายขึ้น บริเวณลำไส้เล็กจึงเป็นบริเวณที่มีการย่อยสารอาหารทั้งโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต อย่างสมบูรณ์และสามารถดูดซึมผ่านผนังลำไส้เล็กเข้าสู่หลอดเลือด และถูกส่งไปเลี้ยงตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ ส่วนกากอาหารจะเคลื่อนต่อไปยังลำไส้ใหญ่
ลำไส้ใหญ่	<p>จะไม่มีการย่อยอาหารแต่จะมีการดูดซึมน้ำ แร่ธาตุ วิตามินบางชนิดและกลูโคสออกจากกากอาหารกลับเข้าสู่กระแสเลือดทำให้กากอาหารเหนียวข้นและเป็นก้อน จากนั้นจะเคลื่อนไปรวมกันที่ลำไส้ตรง และขับออกทางทวารหนักเป็นอุจจาระ</p>



ระบบไหลเวียนโลหิต ประกอบด้วย

1. หัวใจ (Heart)
2. หลอดเลือดแดง (Artery)
3. หลอดเลือดดำ (Vein)
4. หลอดเลือดแดงฝอย (Arteriole)
5. หลอดเลือดดำฝอย (Venule)

มีอวัยวะที่เกี่ยวข้อง คือ

1. ปอด (Lung) และ
2. ไต (Kidney)

ที่มา..โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI เรื่องตัวเรา จัดทำโดยอาจารย์วิสูตร รอดสมบูรณ์
 จำหน่ายโดยบริษัท ไอ.ที.เอ็ดดูเคชั่น(ประเทศไทย).ขอนแก่น

การทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต

หัวใจของคนเรามีลักษณะเป็นโพรง มี 4 ห้อง โดยแบ่งเป็นห้องบน 2 ห้องเรียก เอเทรียม(Atrium) และห้องล่าง 2 ห้อง เรียกว่า เวนทริเคิล (Ventricle) หัวใจห้องบนซ้ายและล่างซ้ายมีลิ้นไบคัสพิดคั่น(Bicuspid)อยู่ ส่วนห้องบนขวาและล่างขวามีลิ้นไตรคัสพิด(Tricuspid)คั่นอยู่ ซึ่งลิ้นทั้งสองทำหน้าที่คอยปิด-เปิด เพื่อไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ หัวใจทำหน้าที่สูบฉีดเลือดโดยการบีบตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเป็นจังหวะ ทำให้เลือดไหลไปตามหลอดเลือดต่าง ๆ

ห้องเอเทรียมขวาจะรับเลือดจากหลอดเลือดดำ ชื่อ ซุพีเรียเวนาคาวา (Superior Vena cava) ซึ่งนำเลือดมาจากศีรษะและแขน และรับเลือดจากหลอดเลือดดำชื่อ อินฟีเรียเวนาคาวา (Inferior Vena cava) ซึ่งนำเลือดมาจากลำตัวและขาเข้าสู่หัวใจ เมื่อเอเทรียมขวาบีบตัว เลือดจะเข้าสู่เวนทริเคิลขวาโดยผ่านลิ้นไตรคัสพิด เมื่อเวนทริเคิลขวาบีบตัวเลือดจะผ่านลิ้นพัลโมนารีเซมิลูนาร์(Pulmonary Semilunar Valve) ซึ่งเปิดเข้าสู่หลอดเลือดแดงชื่อพัลโมนารีอาร์เตอรี(Pulmonary Artery) หลอดเลือดนี้นำเลือดไปยังปอดเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และรับออกซิเจน เลือดที่มีออกซิเจนสูงนี้จะไหลกลับสู่หัวใจทางหลอดเลือดดำชื่อพัลโมนารี

เวน(Pulmonary Vein) เข้าสู่หัวใจห้องเอตริยมซ้ายเมื่อเอตริยมซ้ายบีบตัว เลือดก็จะผ่านลิ้น ไปคัสพิดเข้าสู่ห้องเวน
ทริเคิลซ้าย แล้วเวนทริเคิลซ้ายบีบตัวดันเลือดให้ไหลผ่านลิ้นเอออร์ติกเซมิลูนาร์ (Aortic Semilunar Valve) เข้าสู่เอ
ออร์ตา(Aorta) ซึ่งเป็นหลอดเลือดแดงขนาดใหญ่จากเอออร์ตาจะมีหลอดเลือดแตกแขนงแยกไปยังส่วนต่าง ๆ ของ
ร่างกาย



(Respiration System)

อวัยวะในระบบหายใจ ประกอบด้วย

โพรงจมูก (Nasal Cavity)

ช่องปาก (Oral Cavity)

ลิ้น (Tongue)

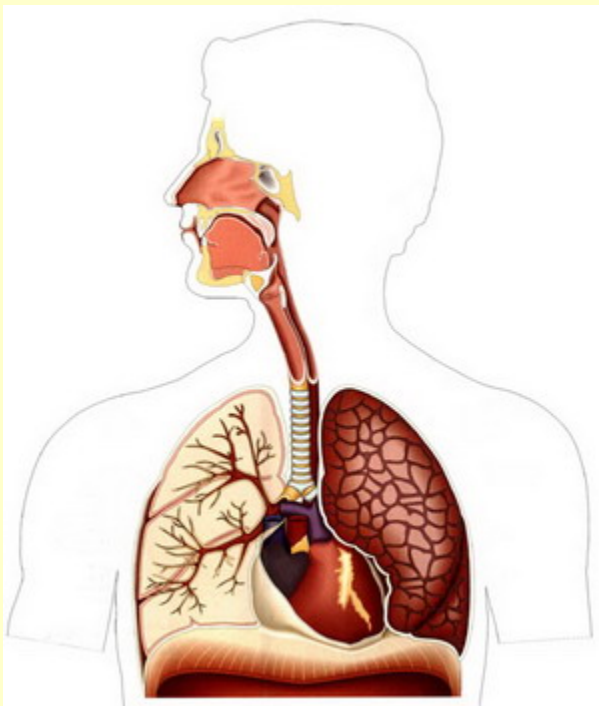
ลูกกระเดือก

คอหอย (Pharynx)

ลิ้นปิดกล่องเสียง (Epiglottis)

กล่องเสียง (Larynx)

เส้นเสียง หรือ สายเสียง (Vocal Cord)



หลอดลม (Trachea)

ปอด (Lung)

กะบังลม (Diaphragm)

ที่มา.. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI เรื่องตัวเรา จัดทำ
โดยอาจารย์วิสูตร รอดสมบุญณ์ จำหน่ายโดยบริษัทไอ.ที.เอ็ด
ดูเคชั่น(ประเทศไทย).ขอนแก่น

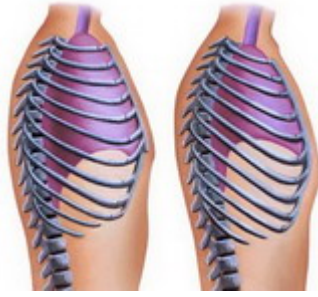
กระบวนการหายใจ

เมื่อเราหายใจเข้า อากาศจากภายนอกร่างกายจะผ่านรูจมูกเข้าไปตามช่องจมูก ขนและเยื่อในช่องจมูกจะ
ช่วยกรองฝุ่นละอองที่ปนมากับอากาศไว้ อากาศจะถูกปรับอุณหภูมิและความชื้นให้พอเหมาะกับร่างกาย จึงจะผ่าน
หลอดคอเข้าสู่หลอดลม และเข้าสู่ปอดในที่สุด ที่ปอดมีถุงลมเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีหลอดเลือดฝอยห้อมล้อม
อยู่ เมื่ออากาศมาถึงบริเวณถุงลม อากาศที่มีออกซิเจนสูงจะแพร่ผ่านผนังถุงลมเข้าสู่หลอดเลือดฝอยโดยเข้าไป
รวมตัวกับฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง จากนั้นจะไหลตามหลอดเลือดกลับเข้าสู่หัวใจเพื่อให้หัวใจสูบฉีดไป
ยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ขณะที่เลือดถูกลำเลียงไปตามหลอดเลือดนั้นแก๊สออกซิเจนจะแพร่จากเซลล์เม็ดเลือด
แดงเข้าสู่เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในเซลล์จะแพร่จากเซลล์เข้าสู่หลอดเลือดและ
ละลายในน้ำเลือด และไหลกลับสู่หัวใจโดยทางหลอดเลือดอีกชนิดหนึ่ง



ภาพแสดงลักษณะถุงลมในปอดและการแพร่ของแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

กลไกการหายใจ



หายใจออก

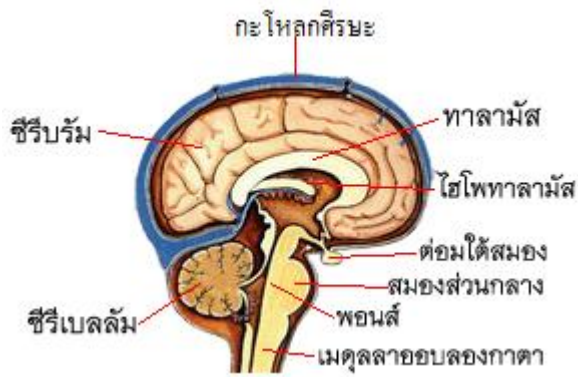
หายใจเข้า

จังหวะการหายใจเข้า	จังหวะการหายใจออก
กระดูกซี่โครง -----> เลื่อนสูงขึ้น	กระดูกซี่โครง -----> เลื่อนต่ำลง
กระบังลม -----> หดตัวและเลื่อนต่ำลง	กระบังลม -----> ขยายตัวและเลื่อนสูงขึ้น
ปริมาตรในช่องอก -----> เพิ่มมากขึ้น	ปริมาตรในช่องอก -----> ลดน้อยลง
ความดันอากาศรอบๆ ปอด -----> ต่ำลง	ความดันอากาศรอบๆ ปอด -----> สูงขึ้น



(Nervous System)

ระบบประสาทประกอบด้วยสมอง (Brain) และไขสันหลัง (Spinal Cord) ทำหน้าที่ร่วมกันในการควบคุมการทำงาน และการรับรู้ความรู้สึกของอวัยวะทุกส่วนในร่างกาย



ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System : CNS) ประกอบด้วย

1. สมอง บรรจุในกะโหลกศีรษะ มีน้ำหนักประมาณ 1.4 กิโลกรัม ทำหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับความคิด ความจำ การพูด ฯลฯ

* สมองส่วนหน้า ประกอบด้วย

- ซีรีบรัม (Cerebrum) ทำหน้าที่เป็นศูนย์ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ การพูด การมองเห็น การดมกลิ่น การชิมรส

- ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการเต้นของหัวใจ อุณหภูมิของร่างกาย การควบคุมอารมณ์และความรู้สึก

- ทาลามัส (Thalamus) เป็นสถานีถ่ายทอดกระแสประสาทเพื่อส่งไปยังสมองที่เกี่ยวข้องกับกระแสประสาทนั้น ๆ

* สมองส่วนกลาง เป็นส่วนที่ต่อจากสมองส่วนหน้า ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของลูกตาและม่านตา

* สมองส่วนท้าย ประกอบด้วย

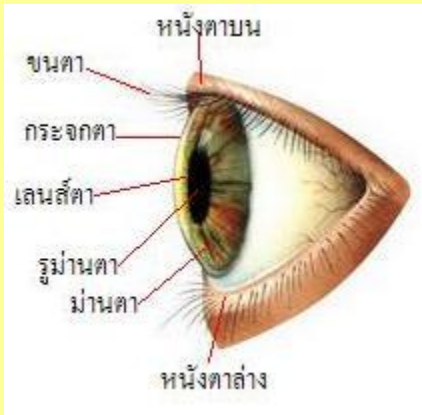
- พอนส์ (Pons) ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า

- ซีรีเบลลัม (Cerebellum) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบกล้ามเนื้อให้สัมพันธ์กันและควบคุมการทรงตัวของร่างกาย

- เมดุลลาออบลองกาตา (Medulla Oblongata) ทำหน้าที่ศูนย์กลางการเต้นของหัวใจ การกลืน จาม ไอ สะอึก เป็นต้น

2. ไขสันหลัง เป็นส่วนที่ต่อจากสมองลงไปตามช่องกระดูกสันหลัง ไขสันหลังด้านนอกมีเนื้อสีขาว ไม่มีเซลล์ประสาท ส่วนด้านในเป็นเนื้อสีเทา มีเซลล์ประสาทรับความรู้สึก เป็นตัวนำสัญญาณข้อมูลจากอวัยวะรับความรู้สึกไปยังสมอง และเซลล์ประสาทสั่งการ เป็นตัวนำสัญญาณคำสั่งจากสมองไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

อวัยวะรับสัมผัส (Receptor)



ตา เป็นอวัยวะที่ใช้ในการมองเห็น ซึ่งประกอบด้วย

- กระจกตา (Cornea) มีลักษณะโค้งนูน ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของแสง
- ม่านตา (Iris) เป็นกล้ามเนื้อที่หดและขยายตัวได้ ทำหน้าที่ควบคุมความกว้างของรูม่านตา (Pupil) ในที่มีม่านตาจะขยายออกเพื่อให้ได้รับแสงมา ส่วนในที่สว่างม่านตาจะหดเล็กลงเพื่อลด

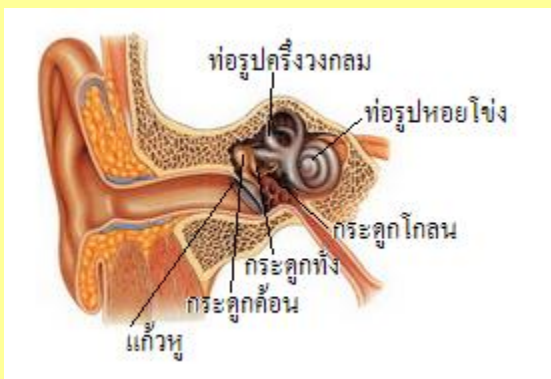
ปริมาณแสง

- เลนส์ตา (Lens) ทำหน้าที่โฟกัสภาพให้มาตกที่จอตาพอดีโดยการปรับเปลี่ยนรูปร่างของเลนส์ตาโดยที่เมื่อมองภาพไกลเลนส์ตาจะแบนลง เมื่อมองภาพใกล้เลนส์ตาจะกลมมากขึ้น

- จอรับภาพ/จอตา (Retina) เป็นผนังชั้นในสุดของลูกนัยน์ตา มีเส้นใยประสาทรับความรู้สึก

ประกอบด้วย เซลล์รับแสงและเซลล์ประสาท ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงจากนัยน์ตาให้กลายเป็น

กระแสประสาทส่งสู่สมอง



หู ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับฟังและการทรงตัว แบ่งเป็น

- หูชั้นนอก ประกอบด้วยใบหูและเยื่อแก้วหู ใบหูทำหน้าที่รับคลื่นเสียง ผ่านเข้าสู่ช่องหูส่งไปยังเยื่อแก้วหู

- หูชั้นกลาง ประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้น คือ กระดูกค้อน กระดูกทั่งและกระดูกโกลน ทำหน้าที่รับ

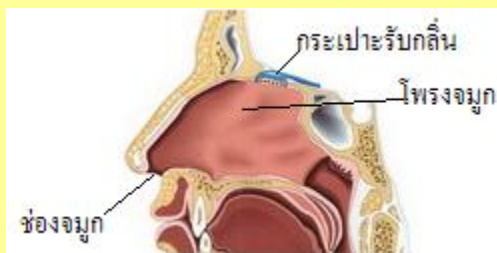
คลื่นเสียงส่งต่อไปยังหูชั้นใน ภายในหูชั้นกลางจะมีโพรงอากาศ เรียกว่า ท่อยูสเตเชียน (Eustachian

Tube) เชื่อมต่อหูชั้นกลางกับคอหอย

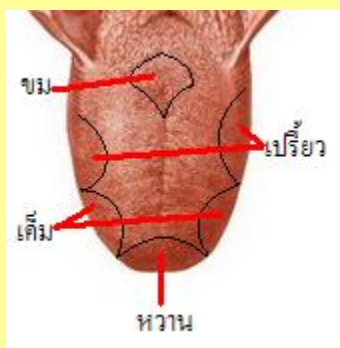
- หูชั้นใน ประกอบด้วย ท่อรูปหอยโข่ง (Cochlea) ทำหน้าที่รับเสียง ภายในมีของเหลว กระตุ้นให้สัญญาณถูกส่งไปยังประสาทรับเสียงเข้าสู่

สมอง

- ท่อรูปครึ่งวงกลม (Semicircular Canal) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการทรงตัว ภายในบรรจุของเหลว มี เซลล์รับความรู้สึกซึ่งไวต่อการเคลื่อนไหวและการทรงตัวของร่างกาย



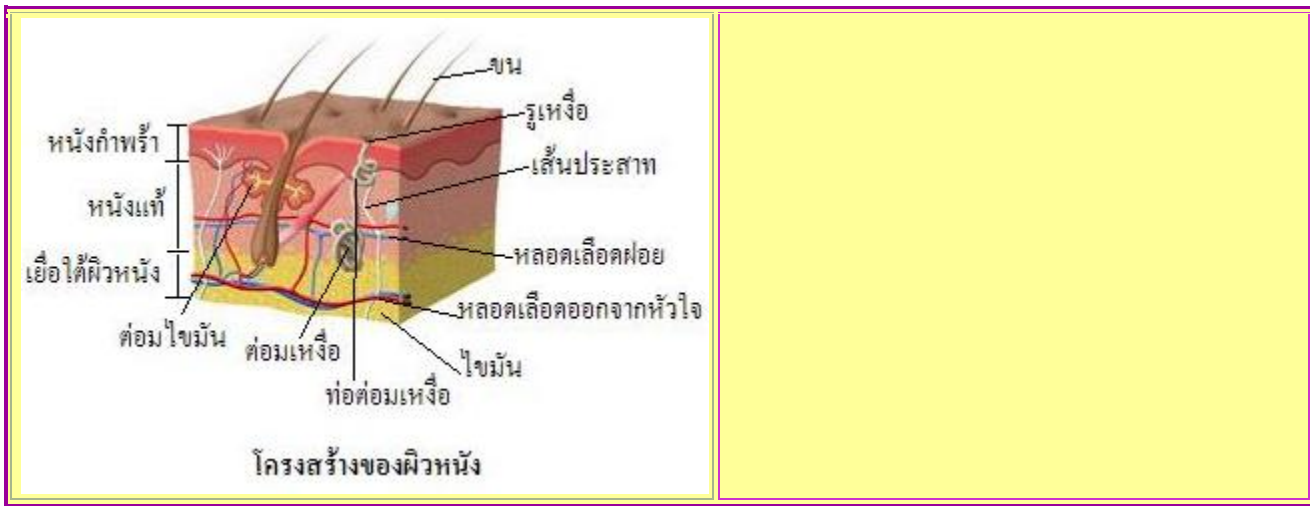
จมูก เป็นอวัยวะช่วยในการหายใจ ภายในรูจมูกมี เซลล์รับกลิ่นอยู่ที่บริเวณเยื่อจมูก เมื่อมีกลิ่นต่าง ๆ ผ่านเข้ามาในรูจมูก เส้นเหล่านี้จะไปกระทบกับ เซลล์รับกลิ่น เซลล์รับกลิ่นจะส่งความรู้สึกไปยังสมอง ส่วน ซีรีบรัม



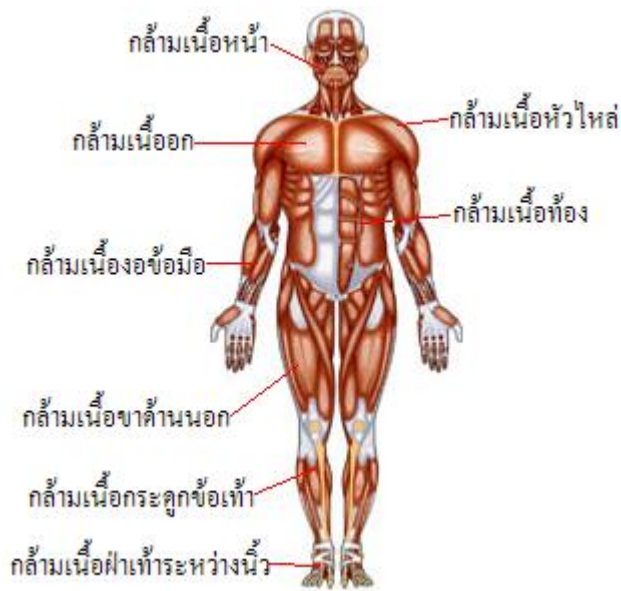
ลิ้น ทำหน้าที่ช่วยในการเคี้ยวอาหาร และรับรส ประกอบด้วยตุ่มรับรส (Taste Bud) จำนวนมาก ทำหน้าที่รับรส โดยแบ่งบริเวณที่รับรสต่าง ๆ ดังนี้

- ปลายลิ้น -----> หวาน
- ด้านข้างลิ้น -----> เค็มและเปรี้ยว
- โคนลิ้น -----> ขม

ผิวหนัง เป็นบริเวณที่ต้องสัมผัสกับสิ่งเร้าภายนอกมากมาย ผิวหนังประกอบด้วยปลายประสาทรับความรู้สึก ซึ่งจะรับรู้ความรู้สึกต่างชนิดกัน เช่นความเจ็บปวด ความร้อน เย็น แแรงกดดัน



(Skeleton System)



การเคลื่อนไหวร่างกาย จะต้องอาศัยระบบกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดจากการหดตัวเนื่องจากคำสั่งของสมองสั่งให้ร่างกายเคลื่อนไหว เราแบ่งกล้ามเนื้อออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

	<p>1. กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle)</p> <p>เซลล์กล้ามเนื้อเรียบ มีลักษณะเรียวยาวแหลมหัวท้าย ไม่มีลายมีนิวเคลียสเดี่ยวอยู่กลางเซลล์ เป็นกล้ามเนื้อของอวัยวะภายในร่างกาย กล้ามเนื้อที่ผนังลำไส้ กล้ามเนื้อที่บริเวณกระเพาะอาหาร กล้ามเนื้อหูรูดที่ม่านตา</p> <p>ทำงานอยู่นอกอำนาจจิตใจ (Involuntary control)</p>
	<p>2. กล้ามเนื้อลาย (Striated muscle)</p> <p>เซลล์กล้ามเนื้อลายมีลักษณะยาว มีลายตามขวาง แต่ละเซลล์มีหลายนิวเคลียสอยู่บริเวณของเซลล์ เป็นกล้ามเนื้อที่เกาะติดกับกระดูก เช่น กล้ามเนื้อแขน กล้ามเนื้อขา</p> <p>ทำงานตามคำสั่งภายใต้อำนาจจิตใจ (Involuntary control)</p>

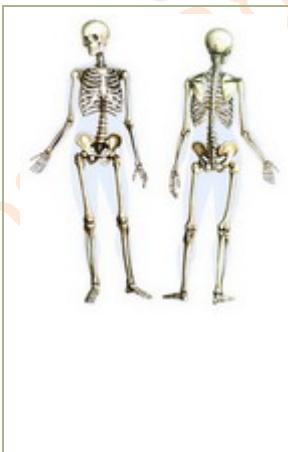


3. กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle)

เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจมีลักษณะเป็นทรงกระบอก แดกแขนงออกเป็นแฉกเชื่อมประสานกัน มีลายตามขวาง ส่วนใหญ่มีนิวเคลียสเดียวอยู่กลางเซลล์ พบบริเวณหัวใจเท่านั้น มีความแข็งแรง เพราะต้องทำงานตามจังหวะการเต้นของหัวใจตลอดชีวิต ทำงานอยู่นอกอำนาจของจิตใจ(Involuntary control)



ร่างกายของคนเรามีโครงกระดูกทำหน้าที่เป็นแกนยึดอวัยวะต่าง ๆ ให้สามารถเคลื่อนไหวได้



กระดูกภายในร่างกายของเรา ประกอบด้วย

กระดูกกะโหลกศีรษะ 29 ชิ้น

กระดูกสันหลัง 26 ชิ้น

กระดูกแขน 32 ชิ้น

กระดูกขา 31 ชิ้น

กระดูกอกและซี่โครง 25 ชิ้น

รวมทั้งสิ้น 206 ชิ้น

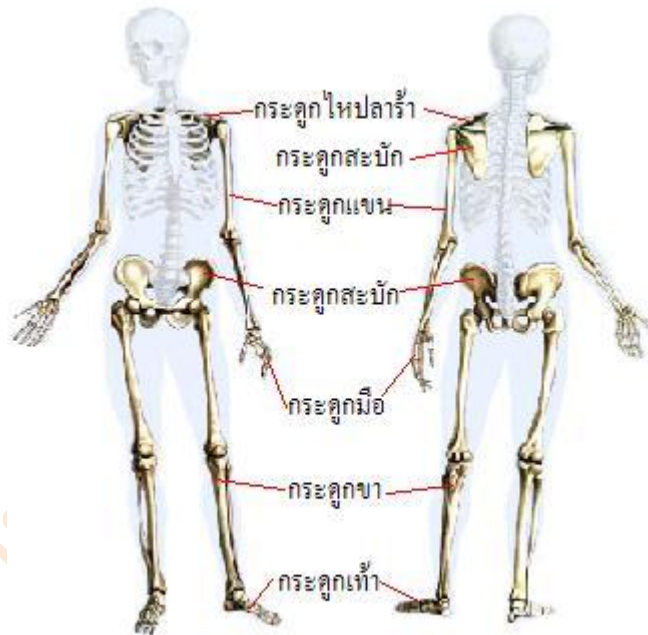


กระดูกแกนกลาง (Axial Skeleton)

กระดูกแกนกลาง (Axial Skeleton)
ประกอบด้วย

- กะโหลกศีรษะ (Skull)
- กระดูกสันหลัง (Vertebral Column)
- กระดูกอก (Sternum)
- กระดูกซี่โครง (Ribs)

กะโหลกศีรษะทำหน้าที่ห่อหุ้มและป้องกันสมอง ส่วนกระดูกสันหลังทำหน้าที่ป้องกันไขสันหลังและรองรับน้ำหนักร่างกาย ประกอบด้วยกระดูกชิ้นเล็ก ๆ ลักษณะเป็นข้อเชื่อมต่อกันด้วยกล้ามเนื้อและเอ็น กระดูกที่ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้กับอวัยวะภายใน คือ กระดูกซี่โครง ตอนปลายของกระดูกจะโค้งมาทางด้านหน้าและเข้าเชื่อมต่อกับ กระดูกหน้าอก ยกเว้น กระดูก 2 คู่ซี่สั้น ๆ จะไม่เชื่อมต่อกับกระดูกหน้าอก เรียกว่า ซี่โครงลอย



กระดูกขงค (Appendicular Skeleton)

กระดูกขงค (Appendicular Skeleton)

- ประกอบด้วย
- กระดูกไหปลาร้า Clavicle
 - กระดูกสะบัก Scapula
 - กระดูกแขน -
 - กระดูกมือ -
 - กระดูกขา
 - กระดูกเท้า

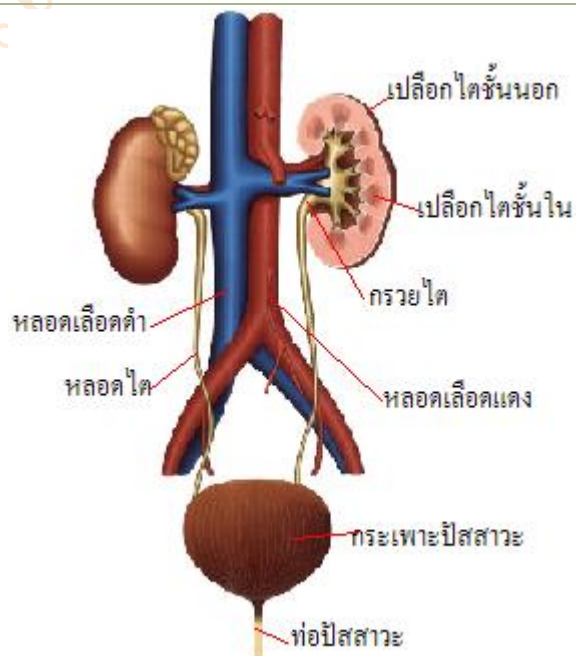
ระบบขับถ่าย

ของเสียต่าง ๆ ที่ได้จากกระบวนการในร่างกาย จะถูกกำจัดออกไปนอกร่างกาย ได้แก่

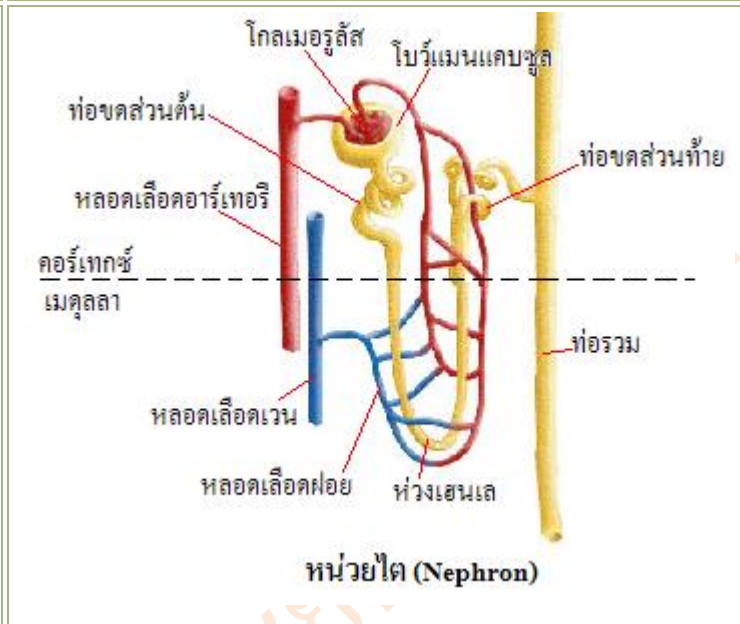
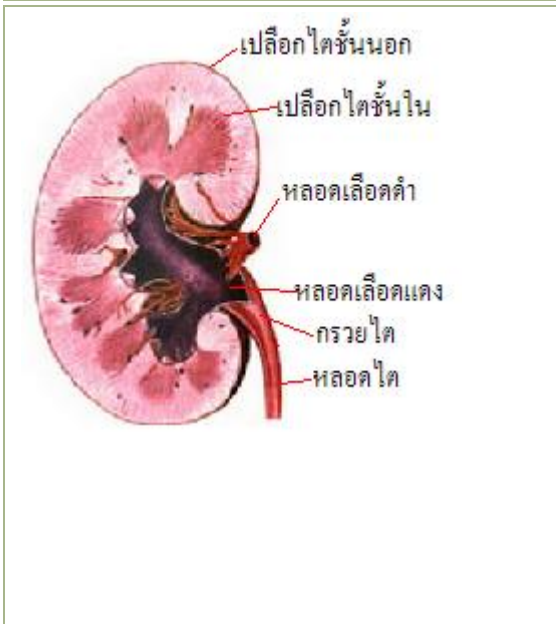
- กากอาหาร(อุจจาระ)จากกระบวนการย่อยอาหาร จะขับถ่ายออกทางทวารหนัก
- แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จากกระบวนการหายใจ จะขับถ่ายออกทางจมูก
- เหงื่อ จะถูกขับออกทางผิวหนัง
- ปัสสาวะ จะถูกขับออกทางท่อปัสสาวะ โดยไตทำหน้าที่ในการกรอง

ไต (Kidney) เป็นอวัยวะคล้ายเม็ดถั่ว มีสีแดงแกมน้ำตาล ไตของคนเรามี 2 ข้าง อยู่บริเวณช่องท้องด้านหลังใกล้กระดูกสันหลังบริเวณเอว ประกอบด้วย

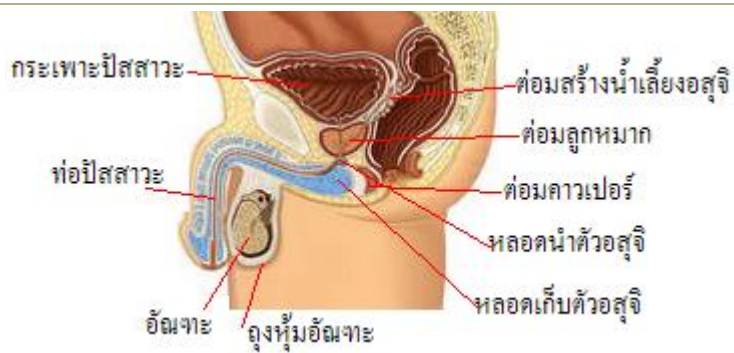
- เนื้อเยื่อ 2 ชั้น ชั้นนอกเรียกคอร์เทกซ์ (Cortex) ชั้นนอกเรียกว่า เมดุลลา(Medulla)
 - กรวยไต
 - หน่วยไต (Nephron) มีลักษณะเป็นท่อขดอยู่ และมีหลอดเลือดฝอยเป็นกระจุกกระจายเต็มไปหมด ไตแต่ละข้างมีเนฟรอนประมาณ 1 ล้านหน่วย เชื่อมต่อกับท่อไตฝอย ซึ่งปลายท่อไตฝอยทั้งหมดไปรวมกันที่ท่อไต
- เนฟรอนทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด ได้แก่ น้ำ เกลือแร่ และยูเรีย ไปเก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะ



โดยผ่านไปตามท่อไตฝอยและท่อไต ซึ่งจะ
กำจัดออกจากร่างกายทางท่อปัสสาวะต่อไป

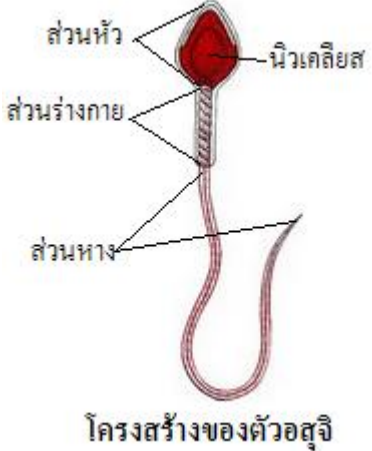


ระบบสืบพันธุ์เพศชาย



อวัยวะที่สำคัญในระบบสืบพันธุ์เพศชาย ประกอบด้วย

1. อัณฑะ (Testis) เป็นต่อมรูปไข่ มี 2 อัน ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิ (Sperm) ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศชาย และสร้างฮอร์โมนเพศชาย เพื่อควบคุมลักษณะต่าง ๆ ของเพศชาย ภายใน อัณฑะประกอบด้วย หลอดสร้างตัวอสุจิ (Seminiferous) เป็นหลอดเล็ก ๆ ขดไปมาอยู่ภายใน ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิ
2. ถุงหุ้มอัณฑะ (Scrotum) อยู่นอกช่องท้อง ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิให้พอเหมาะในการสร้างตัวอสุจิ ซึ่งอสุจิจะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิปกติของร่างกาย ประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส โดยอัณฑะทั้งสองอันจะอยู่ภายในถุงอัณฑะ
3. หลอดเก็บตัวอสุจิ (Epidymis) อยู่ด้านบนของอัณฑะ ทำหน้าที่เก็บตัวอสุจิจนตัวอสุจิเติบโตและแข็งแรงพร้อมที่จะปฏิสนธิ
4. หลอดนำตัวอสุจิ (Vas Deferens) อยู่ต่อจากหลอดเก็บตัวอสุจิ ทำหน้าที่ลำเลียงตัวอสุจิไปเก็บไว้ที่ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ
5. ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ (Seminal Vesicle) ทำหน้าที่สร้างอาหารเพื่อใช้เลี้ยงตัวอสุจิ เช่น น้ำตาลฟรักโทส วิตามินซี โปรตีน โกลบูลิน เป็นต้น และสร้างของเหลวมาผสมกับอสุจิเพื่อทำให้เกิดสภาพที่เหมาะสมสำหรับตัวอสุจิ
6. ต่อมลูกหมาก (Prostate Gland) อยู่ตอนต้นของท่อปัสสาวะ ทำหน้าที่หลั่งสารที่มีฤทธิ์เป็นเบสอ่อน ๆ เข้าไปในท่อปัสสาวะ เพื่อทำลายฤทธิ์กรดในกระเพาะปัสสาวะ ทำให้เกิดสภาพที่เหมาะสมกับตัวอสุจิ
7. ต่อมคาวเปอร์ (Cowper Gland) อยู่ใต้

	<p>ต่อมลูกหมากลงไป เป็นกระเปาะเล็ก ๆ ทำหน้าที่หลั่งสารไปหล่อลื่นท่อปัสสาวะในขณะที่เกิดการกระตุ้นทางเพศ ทำให้ตัวอสุจิเคลื่อนที่เร็ว</p>
	<p>เซลล์สืบพันธุ์เพศชาย คือ อสุจิ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ส่วนหัว เป็นส่วนที่มีนิวเคลียสอยู่ - ส่วนร่างกาย มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกยาว - ส่วนหาง เป็นส่วนที่ใช้ในการเคลื่อนที่ <p>ตัวอสุจิจะมีค่า pH ประมาณ 7.35-7.50 มีสถานะค่อนข้างเป็นเบส ในน้ำอสุจินอกจากจะมีตัวอสุจิแล้ว ยังมีส่วนผสมของสารอื่น ๆ อีกด้วย</p>

ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง



อวัยวะที่สำคัญในระบบสืบพันธุ์เพศหญิง ประกอบด้วย

1. รังไข่ (Ovary) มีรูปร่างคล้ายมะม่วงหิมพานต์ มี 2 อันอยู่บริเวณปีกมดลูกแต่ละข้าง ทำหน้าที่ดังนี้
 - ผลิตไข่ (Ovum) ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิง โดยปกติไข่จะสุกเดือนละ 1 ใบ จากรังไข่แต่ละข้างสลับกันทุกเดือน และออกจากรังไข่ในรอบเดือน เรียกว่า การตกไข่ ตลอดช่วงของเพศหญิงจะมีการผลิตไข่ประมาณ 400 ใบ เริ่มตั้งแต่อายุ 12 ปี ถึง 50 ปี จึงจะหยุดผลิต เซลล์ไข่จะมีอายุอยู่ได้นานประมาณ 24 ชั่วโมง
 - สร้างฮอร์โมนเพศหญิง ซึ่งมีหลายชนิด ที่สำคัญมีดังนี้
 - 1) เอสโตรเจน (Estrogen) เป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับมดลูก ช่องคลอด ต่อมหมวกไต และ

ควบคุมการเกิดลักษณะต่าง ๆ ของเพศหญิง

2) โปรเจสเทอโรน (Progesterone) เป็นฮอร์โมนที่ทำงานร่วมกับเอสโตรเจนในการควบคุมเกี่ยวกับการเจริญของมดลูก การเปลี่ยนเยื่อบุมดลูกเพื่อเตรียมรับไข่ที่ผสมแล้ว

2. ท่อนำไข่ (Oviduct) หรือ ปีกมดลูก (Fallopian Tube) เป็นทางเชื่อมระหว่างรังไข่ทั้งสองข้างกับมดลูก ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของไข่ที่ออกจากรังไข่เข้าสู่มดลูก โดยมีปลายข้างหนึ่งเปิดอยู่ใกล้กับรังไข่ เรียกว่า ปากแตร (Funnel) บุด้วยเซลล์ที่มีขนสั้น ๆ ทำหน้าที่พัดโบกไข่ที่ตกมาจากรังไข่ให้เข้าไปในท่อนำไข่ ท่อนำไข่เป็นบริเวณที่อสุจิจะเข้าปฏิสนธิกับไข่

3. มดลูก (Uterus) มีรูปร่างคล้ายผลชมพู่ หรือ คล้ายสามเหลี่ยมหัวกลับลง อยู่ในบริเวณอุ้งกระดูกเชิงกราน ภายในเป็นโพรง ทำหน้าที่เป็นที่ฝังตัวของไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว และเป็นที่เกิดของทารกในครรภ์

4. ช่องคลอด (Vagina) อยู่ต่อจากมดลูกลงมา ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของตัวอสุจิเข้าสู่มดลูกเป็นทางออกของทารกเมื่อครบกำหนดคลอด และยังเป็นช่องให้ประจำเดือนออกมาด้วย

การปฏิสนธิ(Fertilization) คือกระบวนการที่เซลล์สืบพันธุ์เพศชายและเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิงผสมกัน เกิดเป็นเซลล์ใหม่ 1 เซลล์ การปฏิสนธิจะเกิดขึ้นได้ ฝ่ายชายต้องสอดองคชาตเข้าไปในช่องคลอดของฝ่ายหญิง อสุจินับล้านตัวจะถูกฉีดออกจากองคชาต จากนั้นอสุจิจะว่ายเข้าไปตามท่อนำไข่ และจะมีอสุจิเพียงตัวเดียวที่สามารถเจาะผ่านผนังเซลล์ไข่เข้าไปผสมกับไข่ได้ อสุจิตัวอื่น ๆ จะตายหมด



ระยะการปฏิสนธิ (Fertilization stage)

ประกอบด้วย 5 ระยะ คือ

1. เครเวจ (Cleavage) เป็นระยะที่อสุจิกับไข่รวมตัวกันเป็นเซลล์เดี่ยวแล้วเกิดการแบ่งเป็นออกเป็น 2 เซลล์อีกครั้งหนึ่ง

2. มอรูลา (Morula) เป็นระยะต่อจากเครเวจ เซลล์ 2 เซลล์แบ่งเซลล์ต่อไปจนกระทั่งมีจำนวนเซลล์ครบถ้วน

3. บลาสตูลา (Blastula) เป็นระยะต่อจากมอรูลา เซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเซลล์

4. แกสตรูลา (Gastrula) เป็นระยะต่อจากบลาสตูลา ระยะนี้คือระยะที่เซลล์มีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งแล้วจัดรูปแบบของ

ตำแหน่งเซลล์ใหม่

5. เอ็มบริโอ (Embryo) เป็นระยะสุดท้ายของการปฏิสนธิ ระยะนี้เป็นระยะที่เซลล์ต่างๆเปลี่ยนแปลงรูปแบบจนเสร็จสมบูรณ์

ได้ตัวอ่อนที่ปรากฏรูปร่างที่ชัดเจน คือ มีผิวหนัง ประสาทสัมผัส และอวัยวะภายใน

พันธุกรรม(Heredity)

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

สิ่งมีชีวิตสามารถสืบเนื่องลักษณะของแต่ละชนิดไว้โดยการถ่ายทอดพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ การทดลองของ เกรเกอร์ โยฮันน์ เมนเดล (GregorJohann Mendel) เป็นการทดลองที่ทำให้เข้าใจเรื่องการถ่ายทอดพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตเพิ่มมากขึ้น เมนเดลทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตา (*Pisum sativum*)

และติดตามการถ่ายทอดลักษณะในรุ่นลูกหลายรุ่น จากการวางแผนการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ถั่วถั่วลิสง การสังเกตและประมวลผลการทดลองอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะไว้ 2 ข้อ คือ

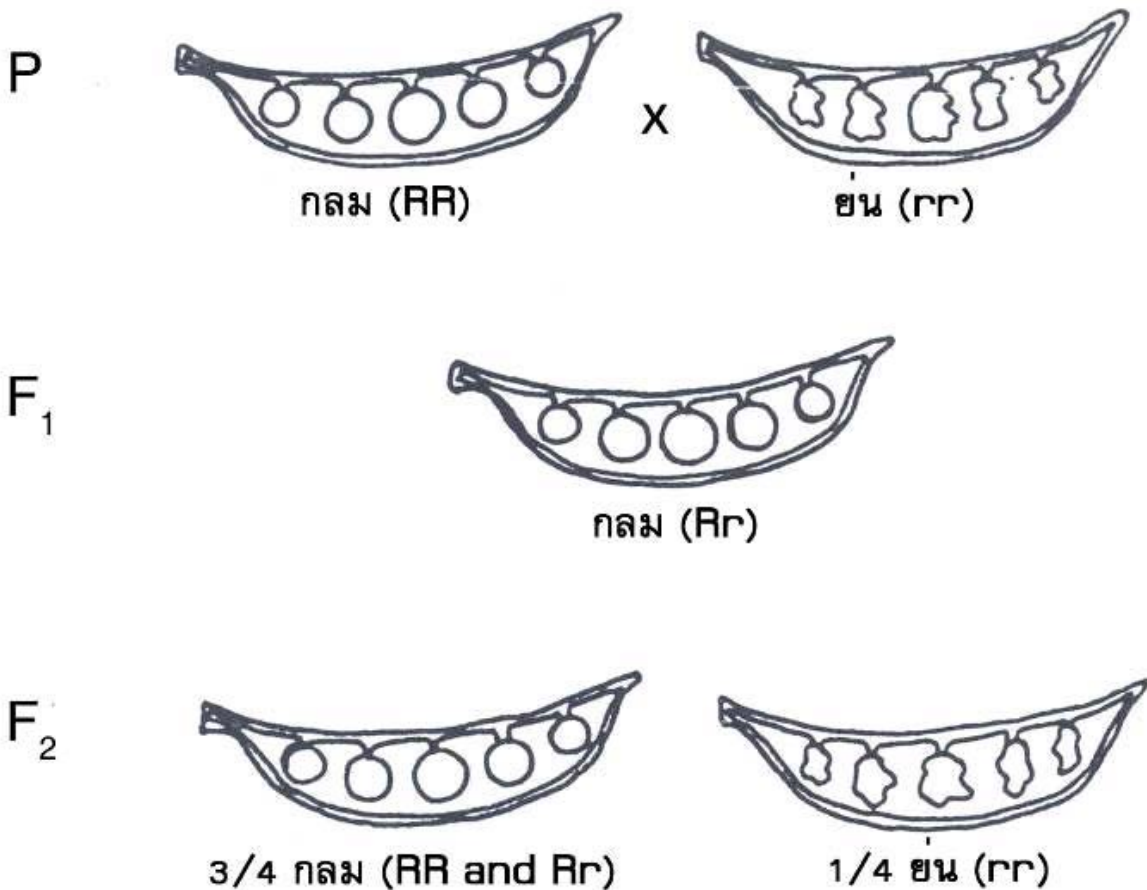
กฎการแยก (law of segregation) และ กฎการเข้ากลุ่มอย่างอิสระ (law of independent assortment)

ซึ่งกฎทั้ง 2 ข้อเป็นพื้นฐานสำคัญในการถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่

กฎการแยก

การทดลองของเมนเดลเป็นการทดลองที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน โดยการผสมระหว่างสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างของลักษณะเพียงไม่กี่ลักษณะ เริ่มต้นจากการผสมสายพันธุ์แท้สองสายพันธุ์ที่มีลักษณะต่างกันเพียงหนึ่งลักษณะ เรียกว่า การผสมแบบมอโนไฮบริด (monohybrid cross) ลักษณะ ที่เมนเดลศึกษา ได้แก่ สีเมล็ด (สีเขียวและสีเหลือง) รูปร่างฝัก (เรียบและคอด)รูปร่างเมล็ด (กลมและขุ่น) สีเปลือกหุ้มเมล็ด (สีเทาและสีเขียว) สีฝัก (สีเขียวและสีเหลือง) ตำแหน่งดอก (ด้านข้างต้นและปลายยอด) และความสูง (ต้นสูงและต้นเตี้ย)

การผสมแบบมอโนไฮบริดของลักษณะทั้ง 7 ลักษณะ พบว่ามีรูปแบบการถ่ายทอดเหมือนกันทุกคู่ผสม กล่าวคือ ในชั่วรุ่นที่ 1 (F₁, first filial generation) มีลักษณะของชั่วรุ่นพ่อแม่ (P₁ และ P₂, parent generation) ปรากฏเพียงแบบเดียว และในชั่วรุ่นที่ 2 (F₂, second filial generation) พบลักษณะของชั่วรุ่นพ่อแม่ทั้งสองแบบ โดยมีอัตราส่วนของลักษณะเท่ากับ 3:1



รูปที่ 1 การผสมพันธุ์ถั่วถั่วลิสง โดยพิจารณาความแตกต่างเพียงลักษณะเดียว

คือ ลักษณะเมล็ด นำพันธุ์แท้เมล็ดกลม (round) ผสมกับพันธุ์แท้เมล็ดย่น (wrinkle) ได้ชั่วรุ่นที่ 1 (F1, first filial generation) ทุกต้นมีเมล็ดกลม เมื่อปล่อยให้ต้น F1 ผสมตัวเอง ชั่วรุ่นที่ 2 (F2, second filial generation) มีต้นเมล็ดกลม และต้นเมล็ดย่นในอัตราส่วน 3:1

ตัวอย่างเช่น การถ่ายทอดลักษณะรูปร่างเมล็ดโดยผสมระหว่างสายพันธุ์เมล็ดกลมและสายพันธุ์เมล็ดย่น (รูปที่ 1) ได้ชั่วรุ่นที่ 1 เมล็ดกลมทุกต้น และชั่วรุ่นที่ 2 มีต้นที่มีเมล็ดกลม 3 ส่วน และต้นที่มีเมล็ดย่น 1 ส่วน และเมื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะอื่น ๆ อีก 6 ลักษณะ ก็ให้ผลการทดลองในทำนองเดียวกัน เมนเดลเรียกลักษณะที่พบในชั่วรุ่นที่ 1 ว่า ลักษณะเด่น (dominant) และลักษณะที่หายไปในชั่วรุ่นที่ 1 แต่กลับมาปรากฏในชั่วรุ่นที่ 2 ในสัดส่วนที่น้อยกว่าว่า ลักษณะด้อย (recessive) เช่น คู่ผสมระหว่างต้นเมล็ดกลมและเมล็ดย่น ลักษณะเด่นคือ เมล็ดกลม และลักษณะด้อยคือเมล็ดย่น เป็นต้น

การที่ลักษณะด้อยในชั่วรุ่นพ่อแม่กลับมาปรากฏในชั่วรุ่นที่ 2 แสดงว่ามีหน่วยที่แน่นอน ควบคุมลักษณะหนึ่ง ๆ และมีการถ่ายทอดหน่วยควบคุมลักษณะดังกล่าวไปยังรุ่นลูกแต่ละรุ่นเมนเดลอธิบายผลการทดลองโดยการตั้งสมมติฐานซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

- ลักษณะพันธุกรรมแต่ละลักษณะถูกควบคุมด้วยหน่วยเฉพาะ ซึ่งในแต่ละบุคคล (ต้นหรือตัว) หน่วยควบคุมลักษณะแต่ละลักษณะปรากฏเป็นคู่ เช่น หน่วยควบคุมลักษณะรูปร่างเมล็ด ประกอบด้วยหน่วยควบคุมเมล็ดกลมและหน่วยควบคุมเมล็ดย่น ดังนั้นในชั่วรุ่นพ่อแม่ สายพันธุ์เมล็ดกลมจึงมีหน่วยควบคุมเมล็ดกลมสองหน่วยและสายพันธุ์เมล็ดย่นมีหน่วยควบคุมเมล็ดย่นสองหน่วย เป็นต้น

- หน่วยควบคุมลักษณะแต่ละหน่วยถูกส่งไปยังรุ่นลูกทางเซลล์สืบพันธุ์ โดยหน่วยที่อยู่เป็นคู่แยกจากกัน เข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์ ขณะที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ดังนั้นเซลล์สืบพันธุ์จึงมีหน่วยควบคุมลักษณะเพียงหนึ่งหน่วย เช่น ในเซลล์สืบพันธุ์ของสายพันธุ์เมล็ดกลม มีหน่วยควบคุมเมล็ดกลมเพียงหนึ่งหน่วย และเซลล์สืบพันธุ์ของสายพันธุ์เมล็ดย่นมีหน่วยควบคุมเมล็ดย่นเพียงหนึ่งหน่วย เป็นต้น

- การปฏิสนธิระหว่างไข่และสเปิร์มส่งผลให้หน่วยควบคุมลักษณะปรากฏเป็นคู่อีกครั้งหนึ่ง รุ่นลูกได้รับหน่วยควบคุมลักษณะจากพ่อแม่อย่างละหน่วย ดังเช่นในชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างสายพันธุ์เมล็ดกลมและสายพันธุ์เมล็ดย่น มีหน่วยควบคุมเมล็ดกลมอยู่คู่กับหน่วยควบคุมเมล็ดย่น โดยหน่วยควบคุมเมล็ดกลมสามารถข่มหน่วยควบคุมเมล็ดย่นไว้ได้ ดังนั้นต้นถั่วลิสงในชั่วรุ่นที่ 1 จึงมีเมล็ดกลม อย่างไรก็ตามแม้ว่าหน่วยควบคุมเมล็ดกลมจะบดบังผลของหน่วยควบคุมเมล็ดย่นไว้ แต่ไม่ได้ทำให้หน่วยควบคุมเมล็ดย่นเปลี่ยนแปลงไป และแสดงผลเหมือนเดิมเมื่อถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป ดังจะเห็นได้ในชั่วรุ่นที่ 2 ซึ่งพบต้นถั่วลิสงที่มีเมล็ดย่นรวมอยู่ด้วยภายหลังการค้นพบงานของเมนเดลไม่นาน วิลเลียม โจฮานน์เซน (William Johannsen) เสนอให้ใช้คำว่า ยีน (gene) แทนหน่วยควบคุมลักษณะ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้อยู่ในปัจจุบัน

นอกจากนี้ยังนิยมใช้คำว่า แอลลีล (allele) แทนหน่วยควบคุมลักษณะที่กำหนดรูปแบบที่แตกต่างกันของลักษณะหนึ่ง ๆ ตัวอย่างเช่น ลักษณะรูปร่างเมล็ดในถั่วลิสงเดิมมี 2 รูปแบบ ได้แก่ เมล็ดกลมและเมล็ดย่น ดังนั้น ยีนที่ควบคุมรูปร่างเมล็ด ประกอบด้วยสองแอลลีล คือ แอลลีลควบคุมเมล็ดกลมซึ่งเป็นลักษณะเด่น (เป็นแอลลีลเด่น) และแอลลีลควบคุมเมล็ดย่นซึ่งเป็นลักษณะด้อย (เป็นแอลลีลด้อย) การกล่าวถึงหน่วยควบคุมลักษณะต่อจากนี้ไปจึงใช้คำว่ายีนหรือแอลลีล

จากสมมติฐานข้างต้น เมนเดลสามารถอธิบายการเกิดอัตราส่วน 3:1 ในชั่วรุ่นที่ 2 โดยการใช้อักษรภาษาอังกฤษแทนยีนที่ควบคุมลักษณะ เพื่อให้เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะดีขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่แทนแอลลีลควบคุมลักษณะเด่น และอักษรตัวพิมพ์เล็กแทนแอลลีลควบคุมลักษณะด้อย ในการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะรูปร่างเมล็ด กำหนดให้ R แทนแอลลีลควบคุมเมล็ดกลม และ r แทนแอลลีลควบคุมเมล็ดย่น ดังนั้นสายพันธุ์แท้เมล็ดกลมมีแอลลีลควบคุมเมล็ดกลมสองแอลลีล (RR) และสายพันธุ์แท้เมล็ดย่นมีแอลลีลควบคุมเมล็ดย่นสองแอลลีล (rr) ในชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งเป็นลูกผสมได้รับแอลลีลจากชั่วรุ่นพ่อแม่ฝ่ายละแอลลีล จึงมีคู่แอลลีลเป็น Rr เมื่อต้นลูกในชั่วรุ่น F1 สร้างเซลล์สืบพันธุ์ มีการแยกจากกันของแอลลีล R และแอลลีล r เข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ เซลล์สืบพันธุ์จึงมีสองแบบ คือ เซลล์สืบพันธุ์ที่มีแอลลีล R และ เซลล์สืบพันธุ์ที่มีแอลลีล r ภายหลังจากปฏิสนธิของต้นถั่วในชั่วรุ่น F1 ซึ่งเกิดแบบสุ่ม จะได้ต้นลูกในชั่วรุ่นที่ 2 ที่มีการเข้าคู่ของแอลลีล 3 แบบ คือ RR Rr และ rr ในอัตราส่วน 1:2:1 โดยต้นที่มีคู่แอลลีล rr ซึ่งมีหนึ่งในสี่ส่วนเป็นต้นเมล็ดย่น และอีกสามส่วนที่เหลือเป็นต้นที่มีเมล็ดกลม อัตราส่วนระหว่างต้นที่มีเมล็ดกลมต่อต้นที่มีเมล็ดย่นจึงเป็น 3:1 ต้นที่มีเมล็ดกลมสามส่วนนี้มีองค์ประกอบของยีนที่ควบคุมรูปร่างเมล็ดต่างกัน โดยเป็นต้นที่มีคู่แอลลีล Rr สองส่วน และต้นที่มีคู่แอลลีล RR หนึ่งส่วน นักพันธุศาสตร์เรียกองค์ประกอบของยีนในแต่ละบุคคลว่าจีโนไทป์ (genotype) โดยจีโนไทป์ที่ประกอบด้วยแอลลีลเหมือนกัน เรียกว่า จีโนไทป์แบบโฮโมไซกัส (homozygous genotype) เช่น RR และ rr และจีโนไทป์ที่ประกอบด้วยแอลลีลต่างกัน เรียกว่า จีโนไทป์แบบเฮเทอโรไซกัส (heterozygous genotype) เช่น Rr สำหรับลักษณะที่ปรากฏในบุคคลซึ่งเป็นผลจากการควบคุมของ จีโนไทป์ เรียกว่า ฟีนโนไทป์ (phenotype) จากผลการทดลองผสมพันธุ์แบบมอโนไฮบริด เมนเดลสามารถสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะข้อที่หนึ่ง เรียกว่า กฎการแยก มีใจความสำคัญว่า “ขณะที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์แอลลีลของยีนแต่ละคู่จะแยกจากกันเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์”

กฎการเข้ากลุ่มอย่างอิสระ

เมนเดลทำการทดลองผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันสองลักษณะเรียกว่า การผสมแบบไดไฮบริด (dihybrid cross) เพื่อศึกษาแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะสองลักษณะพร้อมกัน เช่น ยีนที่ควบคุมรูปร่างเมล็ดและยีนที่ควบคุมสีเมล็ดมีการถ่ายทอดไปด้วยกัน หรือถ่ายทอดเป็นอิสระไม่ขึ้นแก่กัน การผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้เมล็ดกลม สีเหลือง กับสายพันธุ์แท้เมล็ดย่น สีเขียว (จากการผสมแบบมอโนไฮบริดทำให้รู้ว่าแอลลีลควบคุม เมล็ดกลม (R) และแอลลีลควบคุมเมล็ดสีเหลือง (Y) ต่างเป็นแอลลีลเด่น โดยแอลลีลควบคุมเมล็ดย่น (r) และ แอลลีลควบคุมเมล็ดสีเขียว (y) เป็นแอลลีลด้อย ดังนั้นจีโนไทป์ของสายพันธุ์เมล็ดกลม สีเหลือง คือ RRY Y และสายพันธุ์เมล็ดย่น สีเขียว มีจีโนไทป์ rryy พบว่าชั่วรุ่น F1 เป็นต้นที่มีเมล็ดกลม สีเหลือง เพียงแบบเดียว โดยมีจีโนไทป์แบบเฮเทอโรไซกัส (RrYy) เมื่อให้ต้นในชั่วรุ่นที่ 1 ผสมพันธุ์กันได้ต้นในชั่วรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน 4 กลุ่ม คือ (รูปที่ 2)

จำนวน (ต้น) อัตราส่วน

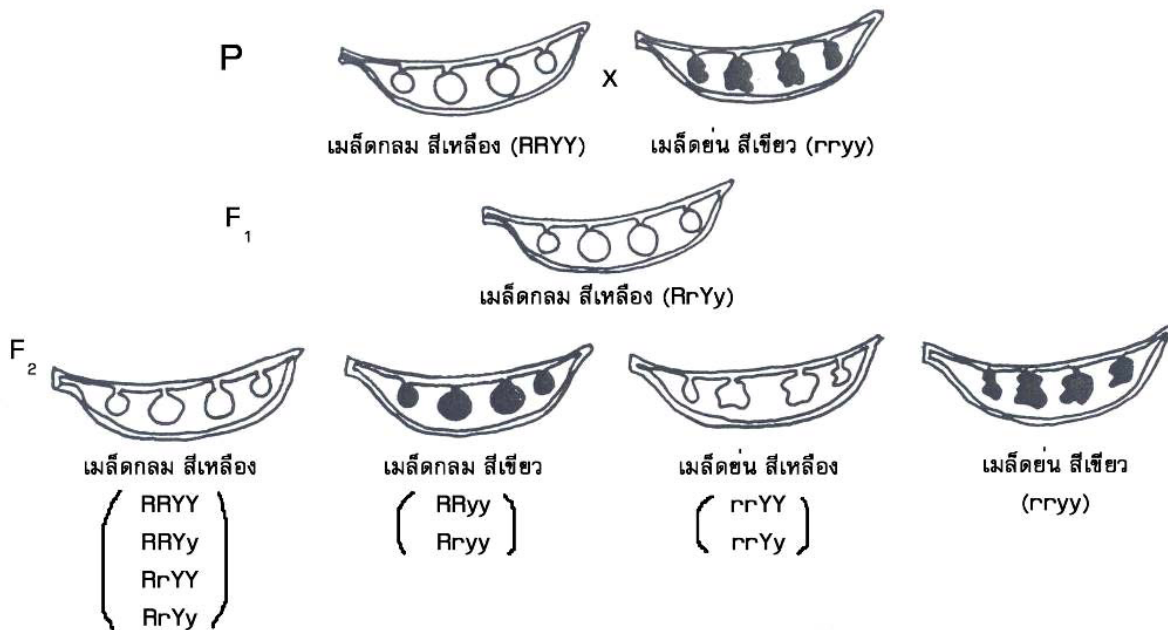
เมล็ดกลม สีเหลือง 315 9

เมล็ดย่น สีเหลือง 101 3

เมล็ดกลม สีเขียว 108 3

เมล็ดย่น สีเขียว 32 1

โดยคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างกลุ่มลักษณะได้ประมาณ 9:3:3:1



รูปที่ 2

การผสมพันธุ์ถั่วลันเตา โดยพิจารณาลักษณะสองลักษณะ (ลักษณะรูปร่างเมล็ด : กลมและขุ่น และลักษณะสีเมล็ด : เหลือง และเขียว)พร้อม ๆ กัน เมื่อผสมต้นที่มีเมล็ดกลม, สีเหลือง (RRYY) กับต้นที่มีเมล็ดขุ่น, สีเขียว (rryy) ได้ต้น F₁ มีเมล็ดกลม สีเหลือง และในต้น F₂ มีต้นเมล็ดกลม สีเขียว และต้นเมล็ดขุ่น สีเหลือง ซึ่งมีลักษณะรวมของต้นพ่อแม่อยู่ด้วยและเมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างลักษณะเด่น:ลักษณะด้อยของแต่ละลักษณะ ได้ประมาณ 3:1 (เมล็ดกลม:เมล็ดขุ่น = 423:133 และเมล็ดสีเหลือง:เมล็ดสีเขียว = 416:140)เช่นเดียวกับการผสมแบบมอโนไฮบริด แสดงว่าการถ่ายทอดยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองลักษณะยังเป็นไปตามกฎการแยกการพิจารณาว่ายีนควบคุมรูปร่างเมล็ดและยีนควบคุมสีเมล็ดถ่ายทอดไปด้วยกันหรือถ่ายทอดเป็นอิสระต่อกัน พิจารณาได้จากลักษณะในชั่วรุ่นที่ 2 ซึ่งเกิดจากการรวมกันของเซลล์

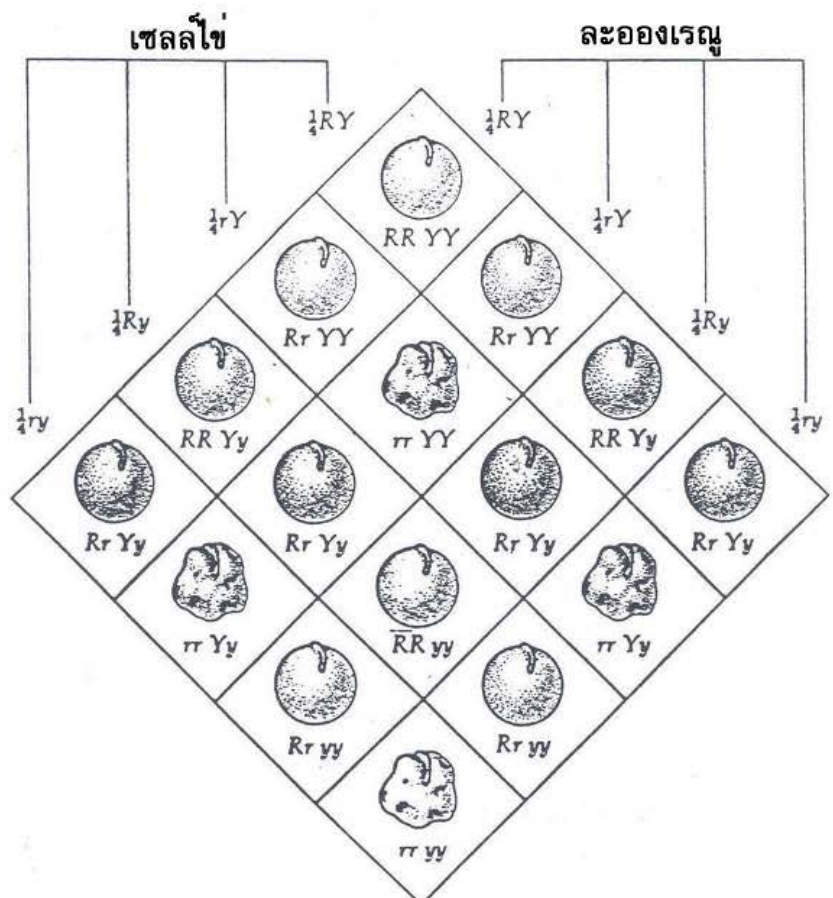
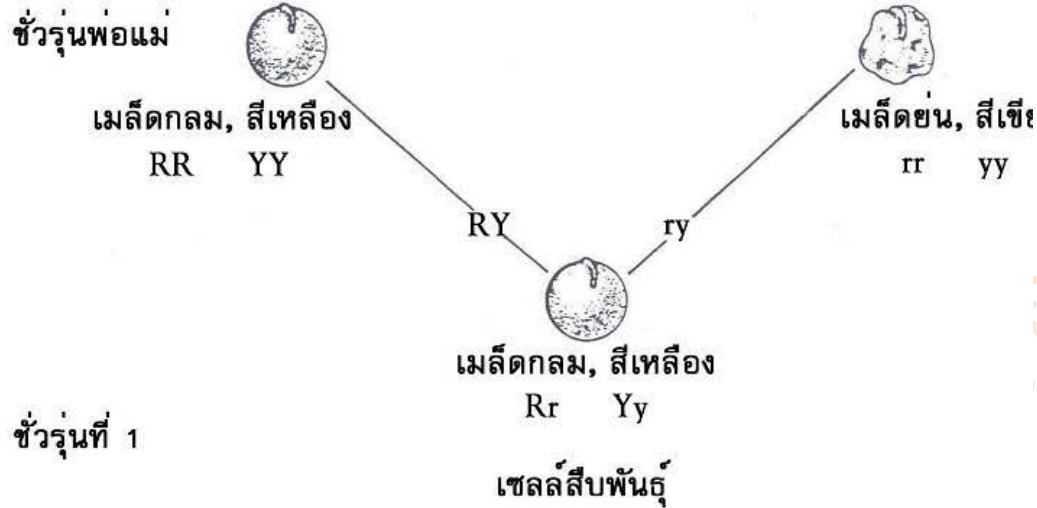
สืบพันธุ์จากชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งเซลล์สืบพันธุ์เกิดจากกรณีใดกรณีหนึ่งต่อไปนี้เท่านั้น

1. กรณีที่ยีนควบคุมลักษณะสองลักษณะมีการถ่ายทอดไปด้วยกัน ต้นในชั่วรุ่นที่ 1 จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพียง 2 แบบ คือ RY และ ry เพราะแอลลีล R และแอลลีล Y ถูกถ่ายทอดมาด้วยกันจากชั่วรุ่นพ่อแม่ เช่นเดียวกับแอลลีล r และแอลลีล y หลังการปฏิสนธิจะได้ต้นชั่วรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะเพียง 2 แบบ คือ เมล็ดกลม สีเหลือง และเมล็ดขุ่น สีเขียว ในอัตราส่วน 3:1

2. กรณีที่ยีนควบคุมลักษณะสองลักษณะมีการถ่ายทอดเป็นอิสระต่อกัน ต้นในชั่วรุ่นที่ 1 จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ 4 แบบ คือ RY RY rY และ ry ในปริมาณเท่า ๆ กันเซลล์สืบพันธุ์เหล่านี้เกิดจากการเข้ากลุ่มอย่างอิสระระหว่างแอลลีลของยีนทั้งสองคู่กล่าวคือ แอลลีล R ที่แยกจากแอลลีล r มีอิสระในการเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกับแอลลีล Y หรือแอลลีล y ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ RY และ RY ในทำนองเดียวกัน แอลลีล r อาจเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกันกับแอลลีล Y หรือแอลลีล y ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ rY และ ry การเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกันของแอลลีลจากยีนต่างคู่กัน

เกิดแบบสุ่ม ดังนั้นเซลล์สืบพันธุ์ทั้ง 4 แบบ จึงมีปริมาณเท่า ๆ กัน ภายหลังจากปฏิสนธิกันในชั่วรุ่นที่ 2 จึงมีจีโนไทป์ต่าง ๆ กัน 9 แบบ ได้แก่ RRYY RRYy RrYY RrYy

RRyy Rryy rrYY rrYy และ rryy ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ กัน 4 กลุ่มลักษณะ คือ เมล็ดกลม สีเหลือง 9 ส่วน เมล็ดกลมสีเขียว 3 ส่วน เมล็ดขุ่น สีเหลือง 3 ส่วน และเมล็ดขุ่น สีเขียว 1 ส่วน (รูปที่ 3)



ชั่วรุ่นที่ 2
รูปที่ 3

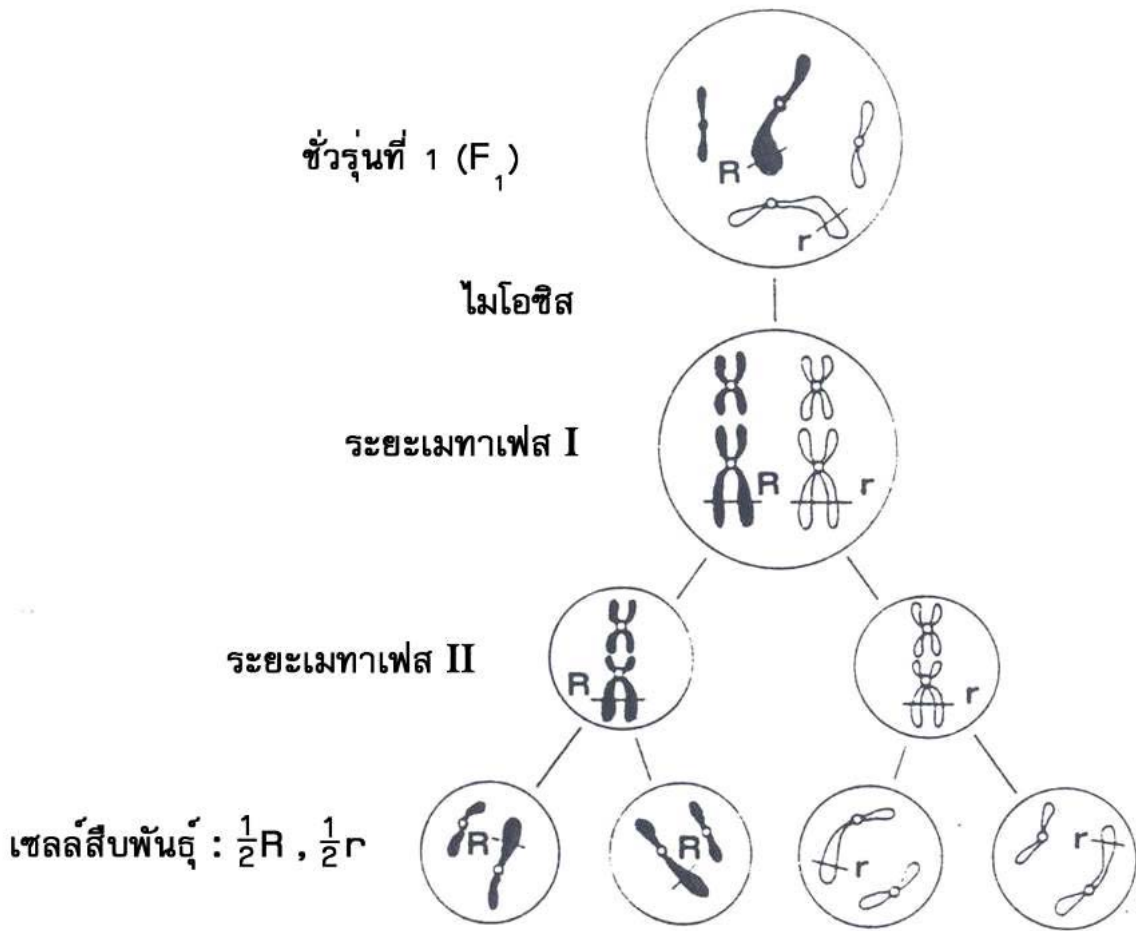
การผสมระหว่างต้นเมล็ดกลม สีเหลือง (RRYY) และต้นเมล็ดขุ่น สีเขียว(rryy) ได้ลูกผสม F1 ซึ่งมีเมล็ดกลม สีเหลือง (RrYy) เซลล์สืบพันธุ์จากลูกผสม F1 มี 4 ชนิด คือ RY Rr rY และ ry เกิดจากการเข้ากลุ่มอย่างอิสระระหว่างแอลลีลของยีนทั้งสองคู่ ภายหลังจากปฏิสนธิกันในชั่วรุ่นที่ 2 มีลักษณะต่าง ๆ กัน 4 แบบผลการทดลอง

ของเมนเดลสอดคล้องกับกรณี 2 ซึ่งเป็นกรณีที่ยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองมีการถ่ายทอดเป็นอิสระต่อกัน จาก การทดลองผสมพันธุ์แบบไดไฮบริดนี้ เมนเดลสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะอีกข้อหนึ่ง เรียกว่า กฎการเข้ากลุ่ม อย่างอิสระ (law of independent assortment) ซึ่งมีใจความว่า “แอลลีลแต่ละแอลลีลที่แยกจากคู่มีอิสระในการเข้า กลุ่มกับแอลลีลของยีนต่างคู่เพื่อเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกัน”

กฎการถ่ายทอดลักษณะและไมโอซิส

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่ายีนมีตำแหน่งบนโครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นสู่รุ่นเกิดผ่านเซลล์ สืบพันธุ์ โดยกระบวนการที่ใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ คือ ไมโอซิส ดังนั้นพฤติกรรมของโครโมโซมในขั้นตอน ของไมโอซิสจึงสัมพันธ์กับพฤติกรรมของยีนตามกฎการถ่ายทอดลักษณะของเมนเดล ดังต่อไปนี้

1. กฎการแยก

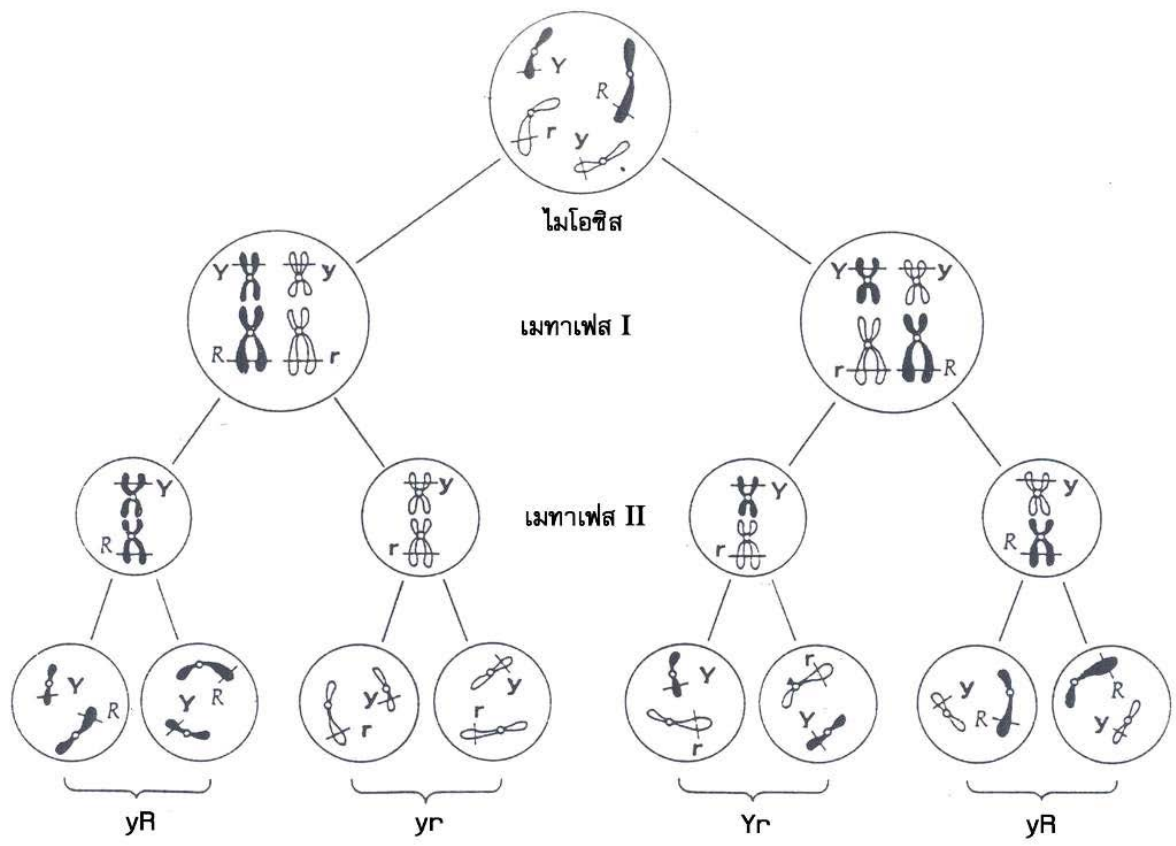


รูปที่ 4

ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมในกระบวนการไมโอซิส ขณะเซลล์ที่มีจีโนไทป์ R r แบ่งตัวเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์แอลลีล R และแอลลีล r ซึ่งมีตำแหน่งอยู่บนฮอโมโลกัสโครโมโซมเดียวกันแยกจาก กันโดยโครโมโซมแต่ละแท่งถูกดึงให้แยกจากคู่ในระยะแอนาเฟส 1 ผลที่ได้ คือ เซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีแอลลีล R 2 เซลล์ และแอลลีล r 2 เซลล์ การถ่ายทอดยีนตามกฎการแยกสามารถเทียบกับพฤติกรรมของโครโมโซมในระยะแอนาเฟส I โดยในระยะนี้มีการแยกตัวของฮอโมโลกัสโครโมโซมแต่คู่เกิดขึ้น ผลจากการแยกตัวนี้ทำให้แอลลีลที่มี ตำแหน่งอยู่บนฮอโมโลกัสโครโมโซมแยกจากคู่ไปด้วย ตัวอย่างเช่น ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งมี

จีในไทป์ Rr (โดย R เป็นแอลลีลควบคุมลักษณะเมล็ดกลมและ r เป็นแอลลีลควบคุมลักษณะเมล็ดขุ่น) เมื่อฮอมอโลกัสโครโมโซมแยกจากกันเข้าสู่ขั้วเซลล์แต่ละขั้ว จะส่งผลให้ R และ r แยกจากกันด้วย ภายหลังจากกระบวนการไมโอซิสสิ้นสุดลงจึงได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ โดยสองเซลล์มีโครโมโซมที่มีแอลลีล R และสองเซลล์มีโครโมโซมที่มีแอลลีล r

2. กฎการเข้ากลุ่มอย่างอิสระ



รูปที่ 5

ไคอะแกรมแสดงการวางตัวของไบบาเลนที่สองคู่ในระยะเมทาเฟส ซึ่งเป็นไปได้ 2 กรณี เป็นผลให้ฮีนมีการเข้ากลุ่มกันอย่างอิสระ ผลที่ได้คือ เซลล์สืบพันธุ์ 4 แบบ ในปริมาณเท่า ๆ กันกฎการถ่ายทอดลักษณะข้อนี้ พิจารณาการถ่ายทอดยีนมากกว่าหนึ่งคู่ขึ้นไป สอดคล้องกับการวางตัวของไบบาเลนที่ในระยะเมทาเฟส I โดยไบบาเลนที่แต่ละคู่ที่ถูกดึงโดยใยสปินเดิลมาเรียงตัวอยู่ในแนวศูนย์สูตรมีการวางตัวเป็นอิสระแก่กัน กล่าวคือ โครโมโซมซึ่งอยู่ในชุดโครโมโซมเดียวกันมีโอกาสวางตัวหันเข้าสู่ขั้วเซลล์ด้านเดียวกันเท่า ๆ กับโครโมโซมซึ่งอยู่ต่างชุดกัน เมื่อโครโมโซมถูกดึงแยกจากคู่ในระยะแอนาเฟส I โครโมโซมเหล่านี้จึงเข้าไปรวมกันที่ขั้วเซลล์แต่ละขั้วเป็นผลให้เกิดการรวมกลุ่มของยีนซึ่งมีตำแหน่งบนโครโมโซมแบบสุ่มด้วย

ตัวอย่างเช่น ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของต้นที่มีจีในไทป์ RrYy ซึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ RY และ ry โดยฮีน 2 คู่อยู่บนฮอมอโลกัสโครโมโซมต่างคู่กัน ดังนั้นแอลลีล R และ Y จึงอยู่บนโครโมโซมที่อยู่ในชุดเดียวกันเช่นเดียวกับ แอลลีล r และ y อยู่บนโครโมโซมในชุดเดียวกัน การวางตัวของไบบาเลนที่ในแนวศูนย์สูตร อาจเกิดได้ 2 กรณี คือ

ก. ไบวาเลนท้วงตัวโดยหันโครโมโซมจากชุดเดียวกันเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกัน ดังนั้นโครโมโซมที่มีแอลลิล R และโครโมโซมที่มีแอลลิล Y จึงหันเข้าสู่ขั้วเซลล์ด้านเดียวกัน โดยโครโมโซมที่มีแอลลิล r และโครโมโซมที่มีแอลลิล y หันเข้าสู่ขั้วเซลล์ที่อยู่ตรงกันข้าม เมื่อการแบ่งไมโอซิสเสร็จสิ้นลงจะได้เซลล์ที่มีแอลลิล R และแอลลิล Y อยู่ด้วยกันสองเซลล์ และเซลล์ที่มีแอลลิล r อยู่กับแอลลิล y อีกสองเซลล์

ข. ไบวาเลนท้วงตัวโดยหันโครโมโซมต่างชุดเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันในกรณีนี้โครโมโซมที่มีแอลลิล R จะหันเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันกับโครโมโซมที่มีแอลลิล y โดยมีโครโมโซมที่มีแอลลิล r และโครโมโซมที่มีแอลลิล y หันเข้าสู่ขั้วเซลล์อีกขั้วหนึ่งผลที่ได้เมื่อการแบ่งไมโอซิสเสร็จสิ้น คือ เซลล์สองเซลล์มีแอลลิล R และแอลลิล y อยู่ด้วยกัน และอีกสองเซลล์มีแอลลิล r อยู่กับแอลลิล Y ในการแบ่งเซลล์ครั้งหนึ่ง ๆ โอกาสการเกิดกรณี ก. และกรณี ข. มีเท่า ๆ กัน เซลล์สืบพันธุ์จากต้นที่มีจีโนไทป์ RrYy จึงมีการเข้ากลุ่มของยีนได้ 4 แบบ คือ RY, Ry, rY และ ry

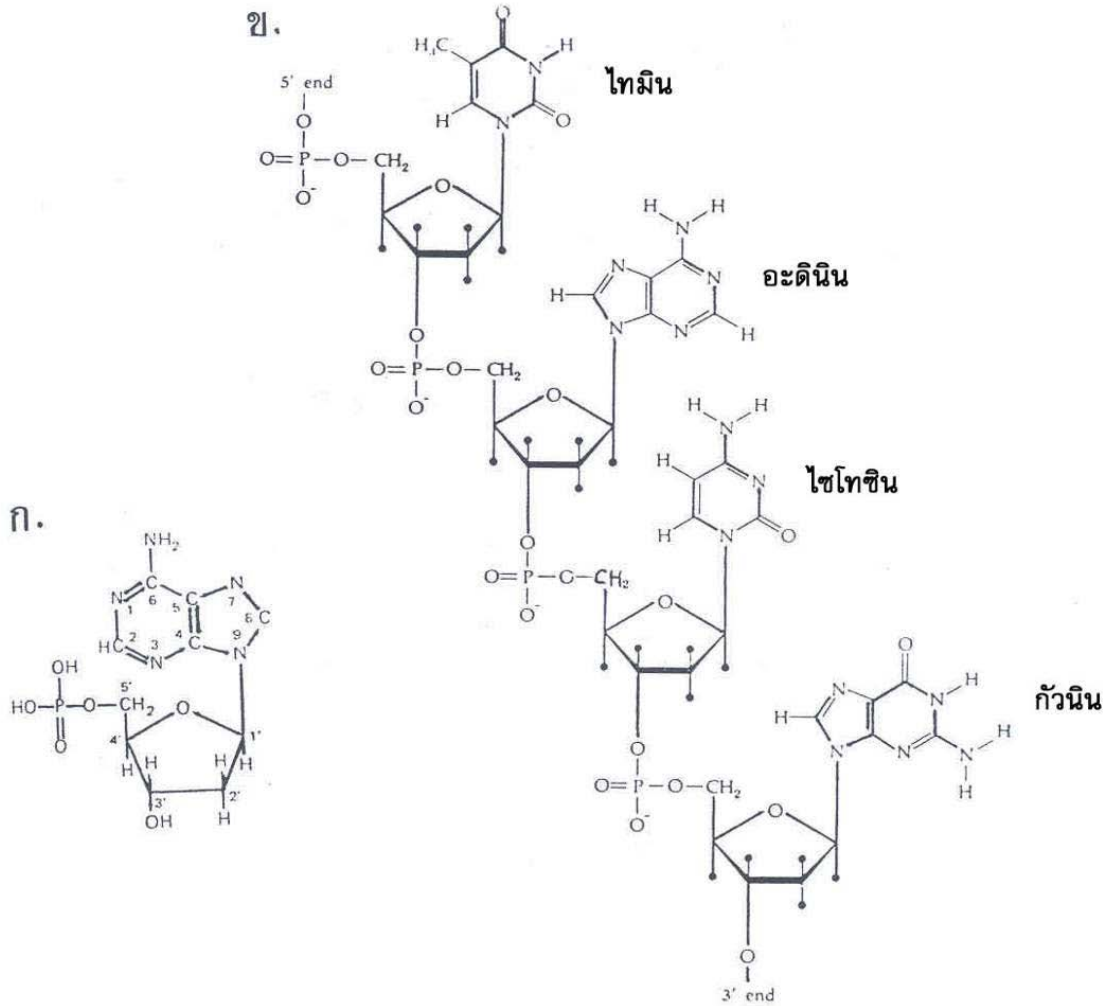
สารพันธุกรรม

ขณะที่มีการศึกษายีนในแง่การถ่ายทอดลักษณะอยู่นั้นนักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่งพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมี เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของยีนมากขึ้น ในปี ค.ศ. 1869 โยฮันน์ ฟรีดริช มีเชอร์ (Johann Friedrich Mecher) แยกสารประกอบชนิดหนึ่งออกมาจากนิวเคลียสของเซลล์ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด สารประกอบชนิดนี้คือกรดนิวคลีอิกโดยเป็นชนิด คือออกซีไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic) หรือ ดี เอ็น เอ (DNA)

อย่างไรก็ตามในขณะนั้นยังไม่มีผู้ใดอธิบายความสำคัญของดีเอ็นเอได้เลย จนประมาณต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 จึงมีการทดลองที่เป็นข้อสนับสนุนว่า ดี เอ็น เอ เป็นสารประกอบที่ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรม (genetic material)

องค์ประกอบทางเคมีของ ดี เอ็น เอ

ดี เอ็น เอ ประกอบด้วยหน่วยย่อยพื้นฐาน เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (nucleotide) (รูปที่ 6) แต่ละนิวคลีโอไทด์มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ น้ำตาลไรโบส (ribose sugar) ชนิดดีออกซีไรโบส (deoxyribose) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม โดยคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ไม่มีอะตอมออกซิเจน ส่วนที่สอง คือ หมู่ฟอสเฟต (phosphate group) สร้างพันธะกับน้ำตาลดีออกซีไรโบสตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 และส่วนที่สาม คือ ไนโตรจีนัสเบส (nitrogenous base) เป็นเบสที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ พิวรีน (purine) มีโครงสร้างเป็นสองวงแหวน มี 2 ชนิด คือ อะดีนีน (adenine, A) และกัวนีน (guanine, G) ไพริมิดีน (pyrimidine) ซึ่งโครงสร้างมีเพียงหนึ่งวงแหวน แบ่งเป็น 2 ชนิดเช่นกัน ได้แก่ ไทมิน (thymine, T) และไซโทซีน (cytosine, C) ไนโตรจีนัสเบสสร้างพันธะกับน้ำตาลดีออกซีไรโบสตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 เกิดเป็นหน่วยย่อยของ ดี เอ็น เอ 4 ชนิด คือ ดีออกซีอะดีโนซีน-5-ฟอสเฟต (deoxyadenosine-5-phosphate) ดีออกซีกัวโนซีน-5-ฟอสเฟต (deoxyguanosine-5-phosphate) ดีออกซีไซทิดีน-5-ฟอสเฟต (deoxy cytidine-5-phosphate) และดีออกซีไทมิดีน-5-ฟอสเฟต (deoxy thymidine-5-phosphate) นิวคลีโอไทด์หน่วยย่อยต่าง ๆ ต่อกันเป็นสาย เรียกว่า พอลินิวคลีโอไทด์ (polynucleotide)

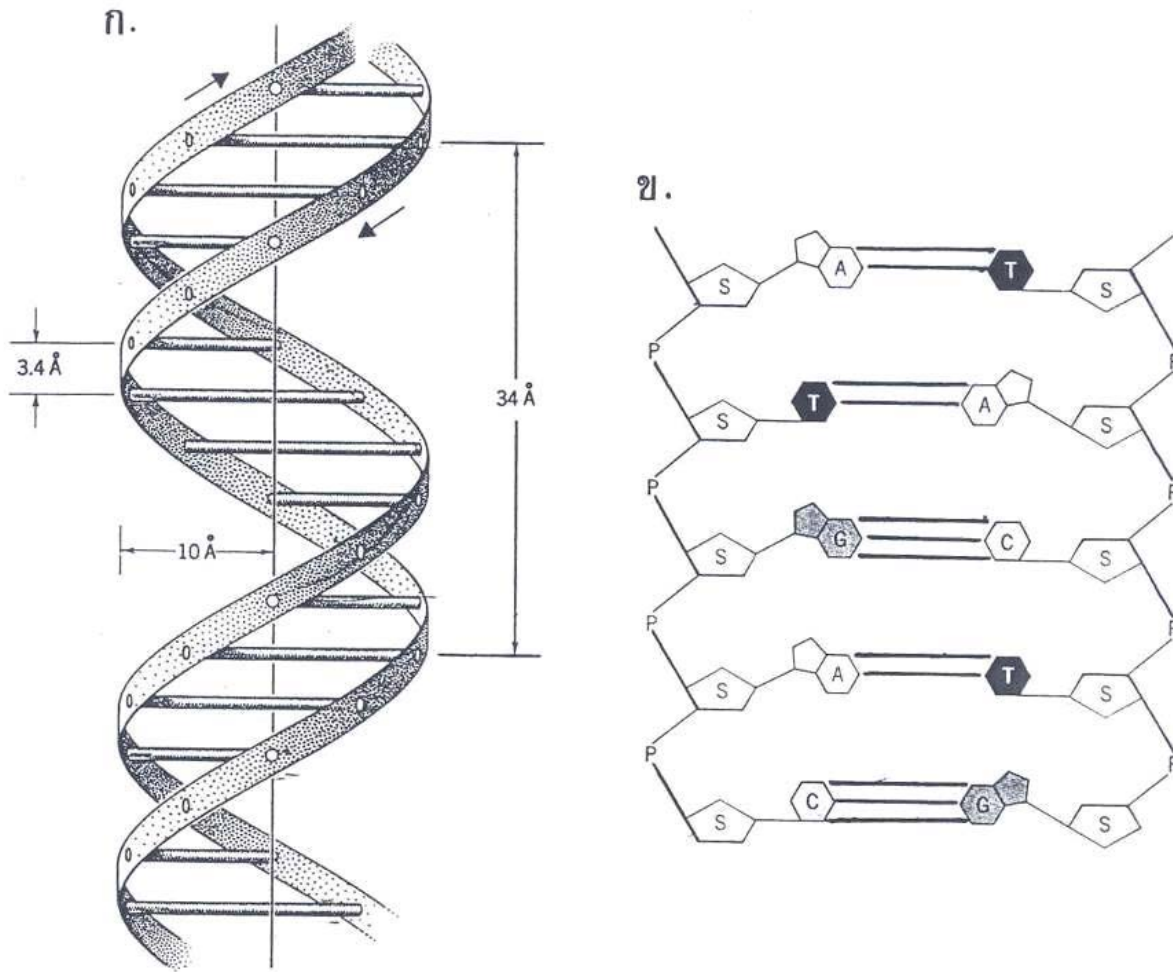


รูปที่ 6

ก. แสดงโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ 1 หน่วย

ข. พอลินิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอ เกิดจากการสร้างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ระหว่างนิวคลีโอไทด์ สังเกตด้านปลายสายพอลินิวคลีโอไทด์ ซึ่งปลาย 3' มีหมู่ไฮดรอกซิลเป็นอิสระ และปลาย 5' มีหมู่ฟอสเฟตเป็นอิสระโดยนิวคลีโอไทด์ตัวแรกต่อกับนิวคลีโอไทด์ตัวถัดไปด้วยการสร้างพันธะระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของนิวคลีโอไทด์ตัวถัดไป เรียกพันธะนี้ว่าพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ (phosphodiester bond) การสร้างพันธะระหว่างนิวคลีโอไทด์เกิดขึ้นในลักษณะนี้ตลอดความยาวของสายพอลินิวคลีโอไทด์ ดังนั้นพอลินิวคลีโอไทด์สายหนึ่ง ๆ จึงมีปลายข้างหนึ่งที่มีหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของน้ำตาลเป็นอิสระ เรียกว่าปลาย 3' (3'-OH) และปลายอีกข้างหนึ่งหมู่ฟอสเฟตที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ของน้ำตาลเป็นอิสระ เรียกว่าปลาย 5' (5'-PO₄)

โครงสร้างของ ดี เอ็น เอ



รูปที่ 7

ก. โครงสร้างเกลียวคู่ของดีเอ็นเอตามข้อเสนอของวัตสันและคริก

ข. ทิศทางการวางโมเลกุลของพอลินิวคลีโอไทด์ในโครงสร้างเกลียวคู่ซึ่งทำให้เกิดสภาพมีขั้วขึ้น ในปี ค.ศ. 1953 (J.D. Watson) และ เอฟ เอช ซี คริก (F.H.C. Crick) ได้ร่วมกันเสนอโครงสร้างของ ดี เอ็น เอ โดยประมวลความรู้จากข้อมูลต่าง ๆ เช่น ภาพถ่ายผลึก ดี เอ็น เอ โดยวิธีเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน ปริมาณและชนิดของนิวคลีโอไทด์ใน ดี เอ็น เอ ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ เป็นต้น และเสนอว่า ดี เอ็น เอ มีโครงสร้างแบบเกลียวคู่ (double helix) ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้ (รูปที่ 7)

- ดี เอ็น เอ แต่ละโมเลกุลประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์สองสายคู่ขนาน โดยนิวคลีโอไทด์ในสายพอลินิวคลีโอไทด์ทั้งสองวางโมเลกุลในทิศทางตรงกันข้ามกันและหันเบสของนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยเข้าสู่ด้านในของโมเลกุล

- พอลินิวคลีโอไทด์แต่ละสายบิดเป็นเกลียวเวียนขารอบแกนตั้งของโมเลกุล และพอลินิวคลีโอไทด์สองสายยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสของนิวคลีโอไทด์ที่อยู่ตรงกัน การสร้างพันธะระหว่างคู่เบสมีความจำเพาะมาก โดยอะดีนีนสร้างพันธะไฮโดรเจนสองพันธะกับไทมีน (A=T) และกวานีนสร้างพันธะไฮโดรเจนสาม

พันธะกับไซโทซีน (G=C) ความจำเพาะในการสร้างพันธะระหว่างคู่เบสทำให้โมเลกุลหนึ่ง ๆ ของ ดี เอ็น เอ มีปริมาณพิวรีน (A+G) เท่ากับหรือใกล้เคียงกับปริมาณไพริมิดีน(T+C) เสมอ

- พันธะไฮโดรเจนระหว่างคู่เบสอยู่ในแนวตั้งฉากกับแกนตั้งของโมเลกุลเสมอ ซึ่งทำให้ ดี เอ็น เอ รักษาสภาพเกลียวคู่ไว้ได้ โดยในหนึ่งรอบเกลียวมีคู่เบส 10 คู่ ความยาวหนึ่งรอบเกลียวเท่ากับ 34 อังสตรอม

โครงสร้างแบบเกลียวคู่ของ ดี เอ็น เอ ส่งผลให้ ดี เอ็น เอ สามารถแสดงสมบัติของสารพันธุกรรมได้ การที่ ดี เอ็น เอ โมเลกุลหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยคู่เบสจำนวนมาก และมีการเรียงลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์ได้หลากหลายแบบ ดี เอ็น เอ จึงสามารถแสดงสมบัติของยีนในการควบคุมลักษณะพันธุกรรมที่มีอยู่มากมายได้ โครงสร้างเกลียวคู่ยังเป็นโครงสร้างที่เอื้อต่อการจำลองโมเลกุล ดี เอ็น เอ โมเลกุลใหม่ที่เหมือนเดิม โดยการแยกจากกันของพอลินิวคลีโอไทด์สองสาย จากนั้นพอลินิวคลีโอไทด์แต่ละสายเป็นต้นแบบในการสร้างพอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่มาประกบกับสายเดิม ความจำเพาะในการสร้างพันธะระหว่างคู่เบสทำให้การเรียงลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์สายใหม่เหมือนกันสายที่แยกออกไป จึงได้ ดี เอ็น เอ สองโมเลกุลซึ่งเหมือนกัน ความสามารถในการถ่ายแบบ (replication) ของ ดี เอ็น เอ สอดคล้องกับสมบัติของสารพันธุกรรมซึ่งต้องมีการสร้างตัวขึ้นใหม่เพื่อถ่ายทอดไปยังรุ่นลูก นอกจากนี้ในขณะที่มีการถ่ายแบบถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น เช่น การจับคู่เบสผิด การหลุดหายของนิวคลีโอไทด์ จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดหรือลำดับเบสในโมเลกุล ดี เอ็น เอ ได้ ซึ่งถ้าถูกส่งไปยังรุ่นลูก อาจเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงยีนในรุ่นลูก การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นด้วยอัตราที่ต่ำมากการเปลี่ยนแปลงยีนมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมาก โครงสร้างเกลียวคู่ของ ดี เอ็น เอ จึงเป็นโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการเป็นสารพันธุกรรม

การกลาย (Mutation)

เมื่อใดที่มีความผิดปกติเกิดขึ้นกับ ดี เอ็น เอ และ โครโมโซมย่อมนำไปสู่การทำงานที่ผิดพลาด ซึ่งอาจส่งผลให้เซลล์ผิดปกติได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสารพันธุกรรม เรียกว่า การกลาย เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยมีอัตราการเกิดต่ำมาก อัตราการกลายจะเพิ่มสูงขึ้นถ้าถูกชักนำด้วยปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งเรียกรวมว่า สิ่งก่อการกลาย (mutagen) การชักนำให้เกิด การกลายมักทำในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ประโยชน์เฉพาะอย่าง เช่น การใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การใช้ประโยชน์ทางการค้า เป็นต้น แต่ก็มีปัจจัยบางอย่างที่พบในสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสิ่งก่อการกลาย ได้แก่ รังสีและสารเคมีบางประเภท การกลายเกิดขึ้นได้ทั้งในเซลล์ไม่เกี่ยวกับเพศและเซลล์เนื้อเยื่อสืบพันธุ์ (germ line) การกลายที่เกิดขึ้นกับเซลล์เนื้อเยื่อสืบพันธุ์ สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ ขณะที่การกลายที่เกิดในเซลล์ไม่เกี่ยวกับเพศมีผลเฉพาะบริเวณและไม่ถ่ายทอดไปยังรุ่นลูก ยกเว้นกรณีที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเกิดขึ้นในบริเวณที่เกิดการกลายนั้น ๆ

การกลายแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

1. การกลายของโครโมโซม (chromosome mutation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ

โครโมโซม ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแท่งโครโมโซม

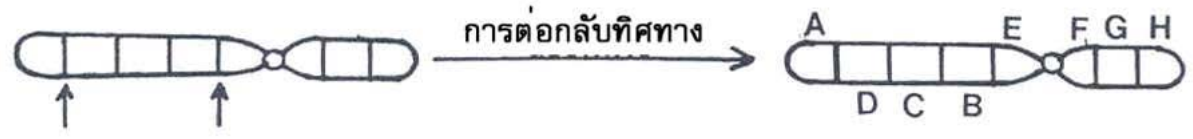
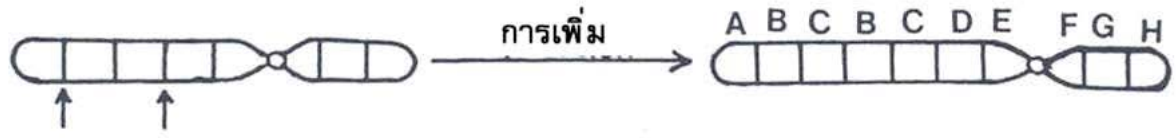
เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโครโมโซมแท่งใดแท่งหนึ่ง แบ่งย่อยเป็น 4 แบบ

- ก. ดิลิชัน (deletion) การขาดหายของส่วนใดส่วนหนึ่งของแท่งโครโมโซม ส่งผลให้ยีนบริเวณนั้นขาดหายไป

ข. ดิวพลีเคชัน (duplication) การเพิ่มส่วนของแท่งโครโมโซม โดยส่วนที่เพิ่มขึ้นมีความซ้ำซ้อนกับส่วนที่มีอยู่บนแท่ง ทำให้ยีนบริเวณนั้นเพิ่มขึ้น

ค. อินเวอร์ชัน (inversion) การเปลี่ยนลำดับชิ้นส่วนบนแท่งโครโมโซม ทำให้ลำดับของยีนบนแท่งโครโมโซมเปลี่ยนไป

ง. ทรานสโลเคชัน (translocation) การย้ายที่หรือแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนระหว่างแท่งโครโมโซมที่ไม่ได้เป็นโครโมโซมคู่เหมือนกัน



(จาก Ayala and Kiger. 1984. **Modern Genetics**)

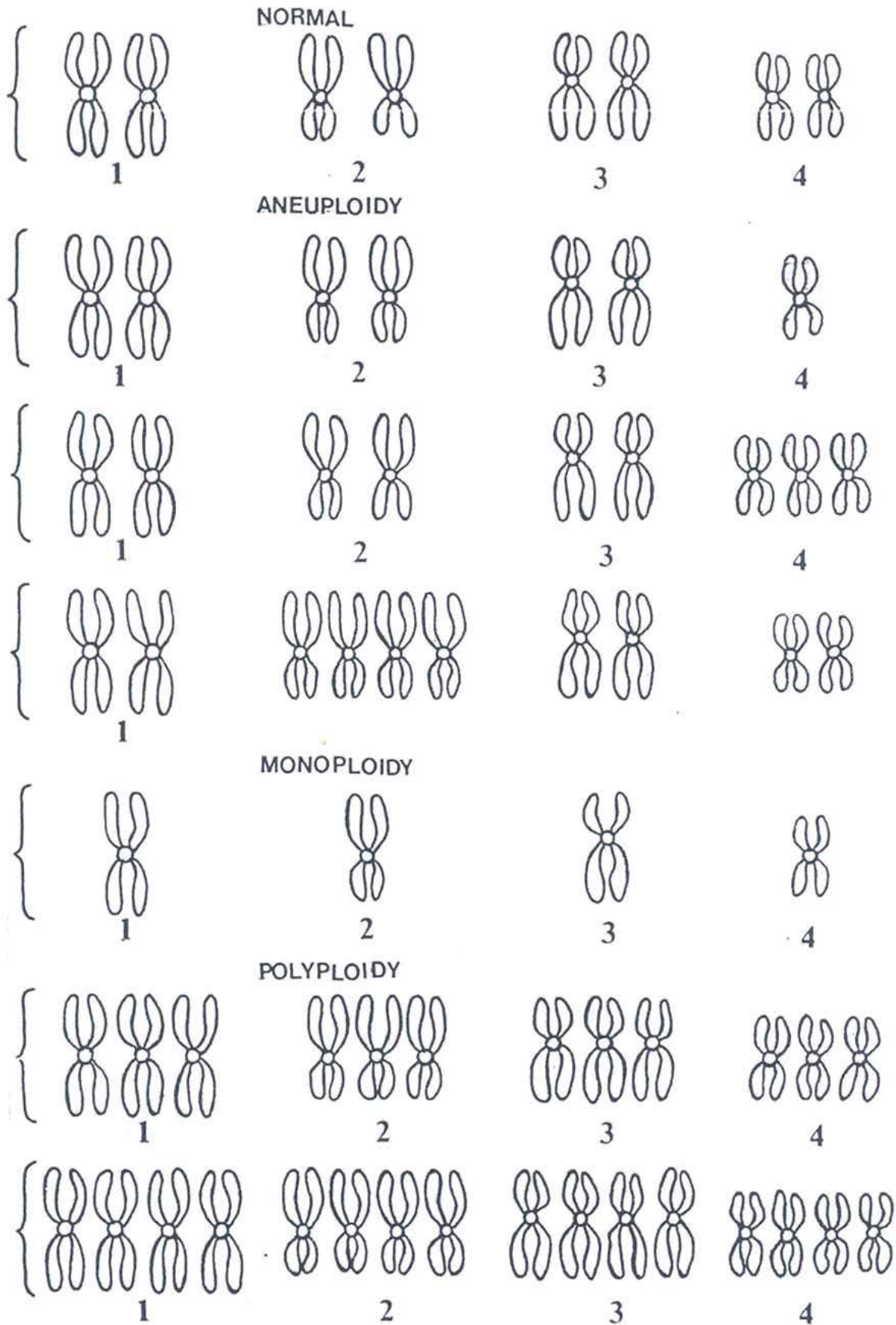
รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมแบบต่าง ๆ (ลูกศรแสดงบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลง)

- การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม แบ่งย่อยเป็น 2 แบบ คือ

ก. แอนิวพลอยด์ (aneuploid) การเพิ่มหรือการลดจำนวนโครโมโซมเพียงบางแท่งในชุดโครโมโซมหนึ่ง ๆ เช่น มีโครโมโซมในชุดเดิมเพิ่มขึ้น 1 แท่ง จึงมีโครโมโซมบางคู่เพิ่มเป็น 3 แท่ง เป็นต้น

ข. ยูพลอยด์ (euploid) การเพิ่มหรือการลดจำนวนชุดโครโมโซมจากจำนวนดิพลอยด์ เช่น การมีโครโมโซมลดลงเหลือเพียงหนึ่งชุด การมีชุดโครโมโซมเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งชุดทำให้มีจำนวนโครโมโซมเป็น 3 ชุด เป็นต้น

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์การอยุธยา

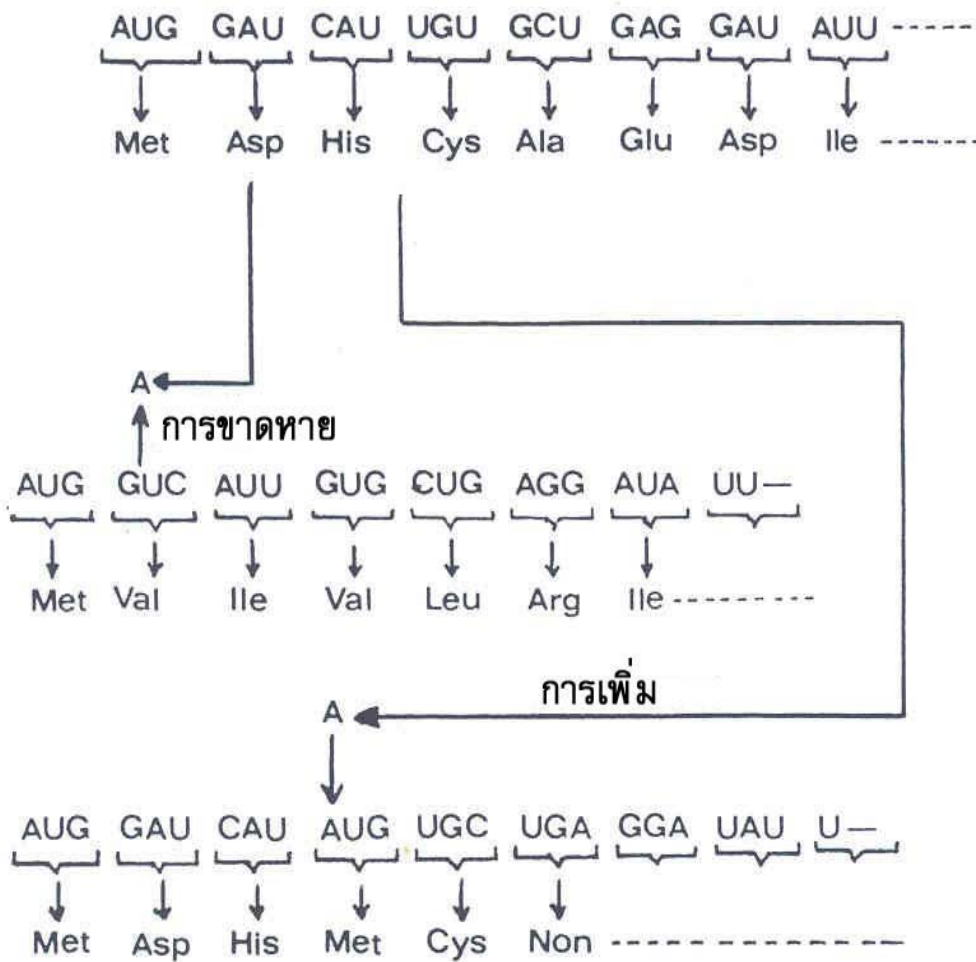


รูปที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมชนิดต่าง ๆ (โครโมโซมของดีพลอยด์ คือ $2n=8$)

ที่นิวคลีโอไทด์ของ ดี เอ็น เอ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 ประการ

- การแทนที่คู่เบสของนิวคลีโอไทด์ แบ่งย่อยเป็น 2 แบบ คือ (i) การแทนที่พิวรีนด้วยพิวรีน เช่น อะดีนีน ถูกแทนที่ด้วยกวานีน (คู่เบส AT เปลี่ยนเป็น GC) หรือแทนที่ไพริมิดีนด้วย ไพริมิดีน เช่น ไทมีนถูกแทนที่ด้วยไซโทซีน (คู่เบส TA เปลี่ยนเป็น CG) และ (ii) การแทนที่ไพริมิดีนด้วยพิวรีน หรือแทนที่พิวรีนด้วยไพริมิดีน เช่น อะดีนีนถูกแทนที่ด้วย ไทมีน (คู่เบส AT เปลี่ยนเป็น TA) การแทนที่คู่เบสทำให้รหัสคำสั่งของยีนเปลี่ยนไป เมื่อนำรหัสที่เปลี่ยนแปลงไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน อาจได้โปรตีนที่ไม่เหมือนเดิมส่งผลให้ลักษณะฟีโนไทป์เปลี่ยนไปด้วย

- การเพิ่มหรือการขาดหายของนิวคลีโอไทด์



รูปที่ 10 การเพิ่ม (addition) หรือการขาดหาย (deletion) ของนิวคลีโอไทด์

ซึ่งมีผลให้กรอบการอ่านรหัสเคลื่อนไป (ยกเว้น การเพิ่มหรือการขาดหาย 3 นิวคลีโอไทด์ติด ๆ กัน) ลูกศรแสดงตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นการที่นิวคลีโอไทด์เพิ่มขึ้นหรือขาดหายไปจำนวนหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นเพียงหนึ่งหน่วยหรือมากกว่า ผลที่ตามมา คือ รหัสคำสั่งในช่วงถัดจากบริเวณที่มีการเพิ่มหรือขาดหายของนิวคลีโอไทด์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพราะกรอบการอ่านเคลื่อนไป เมื่อนำรหัสคำสั่งนี้ไปใช้ในการสร้างโปรตีนจะได้โปรตีนที่มีชนิดและลำดับของกรดอะมิโนเปลี่ยนไป ส่งผลให้โปรตีนทำงานผิดปกติหรือไม่สามารถทำงานได้ ลักษณะทางฟีโนไทป์จึงเปลี่ยนไปด้วย

ความแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variation) ระหว่างบุคคลในประชากร

ความผันแปรของลักษณะระหว่างบุคคลเป็นผลจากการที่มีพันธุกรรมแตกต่างกันกระบวนการที่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างบุคคลในประชากร คือ การกลายการรวมกลุ่มใหม่ของยีน (gene recombination) และการปฏิสนธิในสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

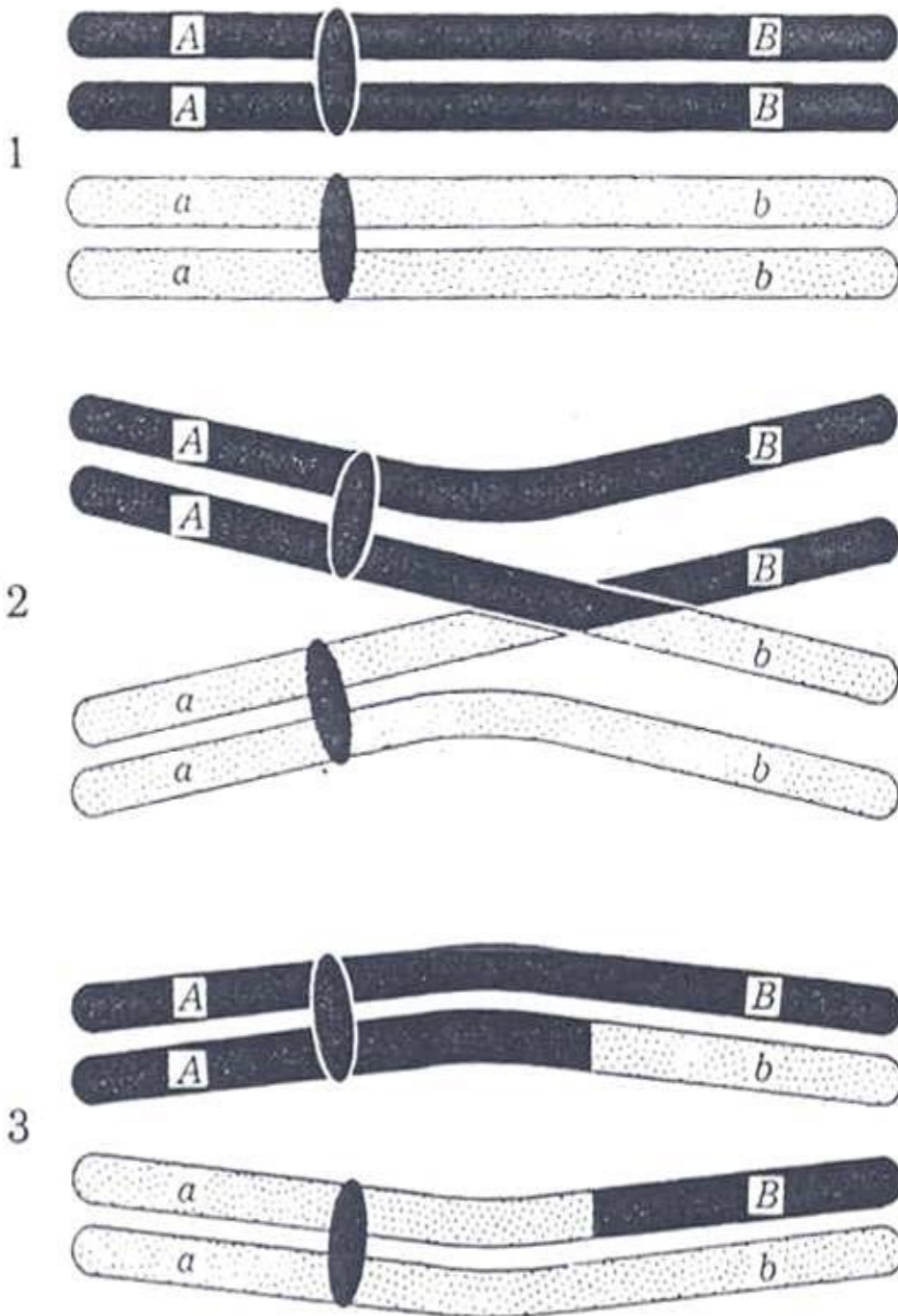
การกลาย

ในธรรมชาติการกลายเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแบบสุ่มและมีอัตราการเกิดต่ำมากประชากรหนึ่ง ๆ มีการกลายเกิดขึ้นทั้งในระดับยีนและโครโมโซม การกลายของยีน เช่น การเปลี่ยนแปลงชนิดนิวคลีโอไทด์ของ ดี เอ็น เอ อาจส่งผลให้รหัสคำสั่งใน ดี เอ็น เอ แตกต่างไปจากเดิม ทำให้มีแอลลีลใหม่เกิดขึ้นในประชากร การกลายในระดับโครโมโซม เช่น การเพิ่มขึ้นส่วนของแท่งโครโมโซม การเพิ่มจำนวนโครโมโซม เป็นการเพิ่มจำนวนยีนและนำไปสู่การเกิดยีนชนิดใหม่ในประชากร การมีจำนวนแอลลีลหรือจำนวนยีนมากขึ้น ส่งผลให้บุคคลในประชากรมีจีโนไทป์หลากหลายขึ้น ความแปรผันทางพันธุกรรมในประชากรเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

การรวมกลุ่มใหม่ของยีน

สิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ความแปรผันทางพันธุกรรมในประชากรเป็นผลจากการกลาย ขณะที่สิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ นอกจากการกลายแล้ว การมีจีโนไทป์ที่หลากหลายของบุคคลในประชากรเป็นผลมาจากการรวมกลุ่มใหม่ของยีน ซึ่งเกิดจากกระบวนการไมโอซิสขณะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิ โดยเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการรวมกลุ่มใหม่ของยีน ได้แก่

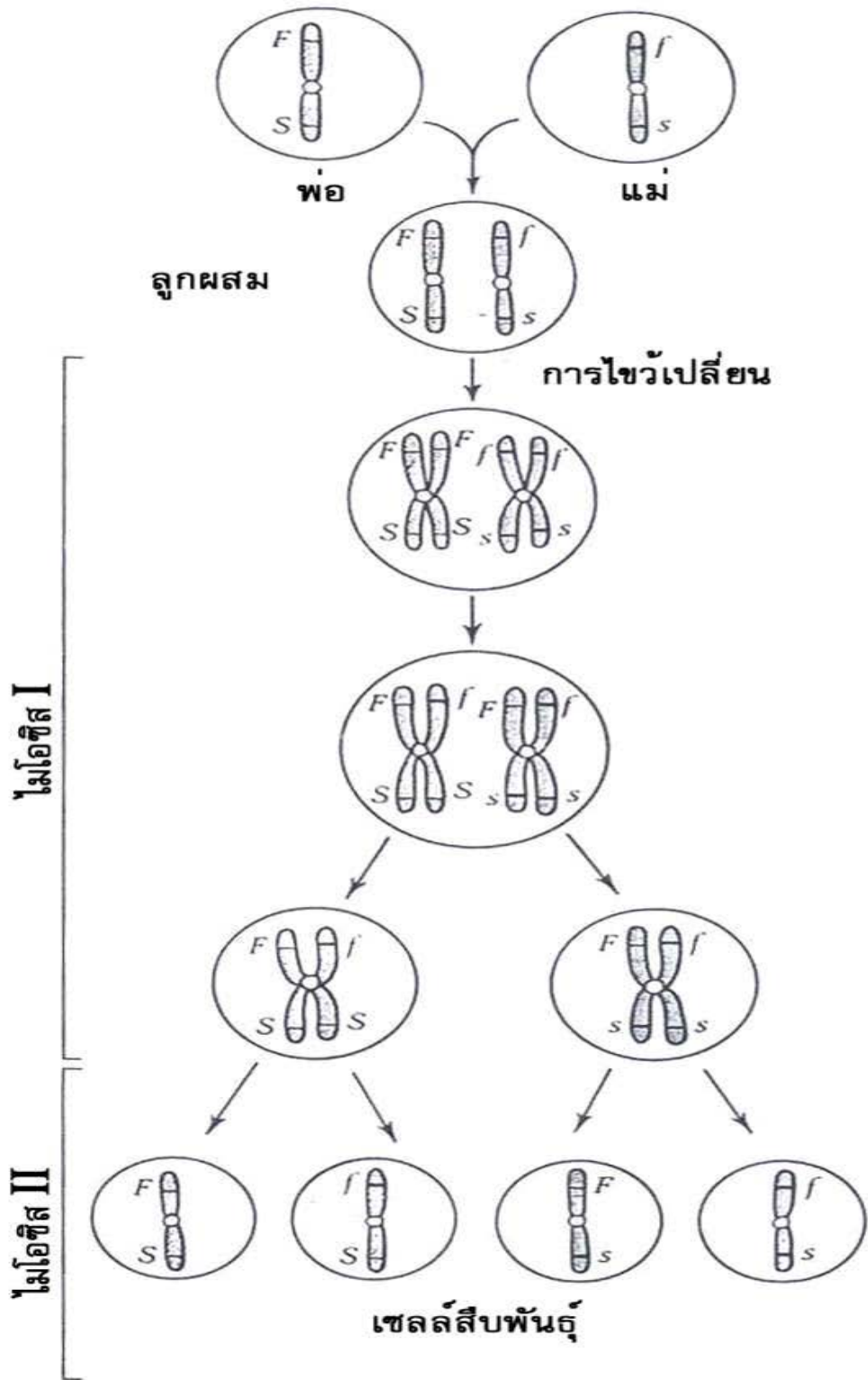
1. การไขว้เปลี่ยนโครมาทิด



รูปที่ 11 การไขว้เปลี่ยนโครมาทิดระหว่างโครโมโซมคู่เหมือนส่งผลให้เกิดการรวมกลุ่มใหม่ของยีน

ในไดอะแกรมนี้ โครมาทิดที่มีการรวมกลุ่มใหม่ของยีน คือ Ab และ aB ยีนมีตำแหน่ง (locus) บนแท่งโครโมโซม โดยโครโมโซมแท่งหนึ่ง ๆ มียีนหลายยีนอยู่ด้วยกัน กลุ่มยีนที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกัน เรียกว่า กลุ่มลิงเกจ (linkage group) แอลลีลของยีนที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกันมักจะถ่ายทอดไปด้วยกัน แต่ในระยะโพรเฟส I ของการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส มีเหตุการณ์สำคัญเกิดขึ้น คือ การไขว้เปลี่ยนโครมาทิดระหว่างโฮโมโลกัสโครโมโซม ส่งผลให้มีการแลกเปลี่ยนยีนบนโครโมโซม แอลลีลของยีนที่อยู่บนโครโมโซมต่างแท่งกันจึงมาอยู่ด้วยกัน เกิดการรวมกลุ่มใหม่ของยีน ซึ่งจะถูกล่ามไปด้วยกันทางเซลล์สืบพันธุ์ตัวอย่างเช่น ในนกชนิดหนึ่ง ยีนควบคุมสีขน (มีสองแอลลีล คือ F และ f) อยู่บนโครโมโซมเดียวกัน ยีนที่ควบคุมน้ำหนักตัว (มีสองแอลลีลคือ S

และ s) ให้ลูกผสมมีจีโนไทป์ FfSs โดยแอลลีล F อยู่บนโครโมโซมแท่งเดียวกับแอลลีล S และแอลลีล f อยู่บนโครโมโซมแท่งเดียวกับแอลลีล s ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของลูกผสมนี้ แอลลีล F และ S ซึ่งอยู่บนโครโมโซมแท่งเดียวกันจะถูกดึงเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกัน เช่นเดียวกับแอลลีล f และ s ซึ่งถูกดึงเข้าสู่ขั้วเซลล์ตรงกันข้าม เซลล์สืบพันธุ์จะมีกลุ่มยีนเพียงสองแบบ คือ FS และ fs แต่ในกระบวนการสร้างไมโอซิสซึ่งใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์นั้น มีพฤติกรรมของโครโมโซมหลายอย่างที่ส่งผลให้มีการจัดกลุ่มใหม่ของยีนเกิดขึ้น กล่าวคือ ในระยะไซโกทีนมีการเข้าสู่ของส

อมอโลกัสโครโมโซม และมีการไขว้เปลี่ยนโครมาทิดเกิดขึ้นในระยะแพคิทิน ผลจากการไขว้เปลี่ยนนี้ทำให้แอลลิลซึ่งอยู่บนโครมาทิดส่วนที่ไขว้เปลี่ยนมีการสลับตำแหน่งด้วย จากตัวอย่างข้างต้น ถ้ามีการไขว้เปลี่ยนโครมาทิดระหว่างยีนที่ควบคุมสีขนและยีนที่ควบคุมน้ำหนักตัว จะทำให้มีการจัดกลุ่มใหม่ของยีนเกิดขึ้น โดยแอลลิล F ซึ่งอยู่กับแอลลิล S เปลี่ยนสลับไปอยู่กับแอลลิล s ขณะเดียวกัน แอลลิล f ถูกเปลี่ยนสลับไปอยู่กับแอลลิล S เมื่อมีการแยกของฮอมอโลกัสโครโมโซมในระยะแอนาเฟส I โครโมโซมแต่ละแท่งจึงประกอบด้วยโครมาทิดเดิมซึ่งมีแอลลิล F และแอลลิล S อยู่ด้วยกัน (หรือแอลลิล f และแอลลิล s อยู่ด้วยกัน) และโครมาทิดที่มีการไขว้เปลี่ยนส่วนกันโดยมีแอลลิล F และแอลลิล s อยู่ด้วยกัน (หรือแอลลิล f และแอลลิล S ในระยะที่สองของไมโอซิสเมื่อโครมาทิดแต่ละสายแยกไปยังขั้วเซลล์ แอลลิลที่อยู่บนโครมาทิดเดียวกันจึงเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์เดียวกันเมื่อการแบ่งเซลล์สิ้นสุดลง จะได้เซลล์ใหม่ที่เซลล์ที่มีการรวมกลุ่มของยีน 4 แบบ คือ FS และ fs ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มยีนแบบเดิม และ Fs และ fS ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มใหม่ของยีน ซึ่งเซลล์เหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ต่อไป

2. การเข้ากลุ่มอย่างอิสระของโครโมโซม (independent assortment chromosome)

เซลล์ดิพลอยด์คือเซลล์ที่มีโครโมโซมสองชุด โดยโครโมโซมชุดหนึ่งได้รับมาจากฝ่ายพ่อ (paternal chromosome) และอีกชุดหนึ่งได้รับมาจากฝ่ายแม่ (maternal chromosome) เสมอ เมื่อมีการแบ่งเซลล์โดยกระบวนการไมโอซิส โครโมโซมชุดที่มาจากฝ่ายพ่อและฝ่ายแม่ต่างมีอิสระในการเข้ากลุ่มกันเพื่อเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เซลล์เดียวกัน เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นในระยะเมทาเฟส I

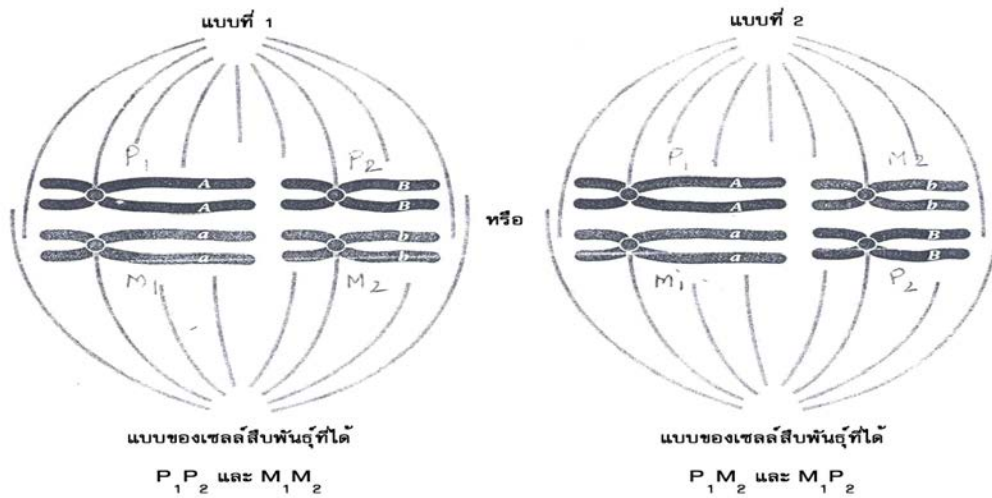
ตัวอย่างเช่น ในสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซม 4 แท่ง ($2n = 4$) โครโมโซมชุดที่มาจากฝ่ายพ่อมี 2 แท่ง คือ P1 และ P2 และโครโมโซมอีกชุดหนึ่งมาจากฝ่ายแม่ คือ M1 และ M2 (โครโมโซมที่มีหมายเลขเหมือนกันเป็นฮอมอโลกัสโครโมโซมคู่เดียวกัน) ในระยะโพรเฟส I มีการเข้าคู่ของฮอมอโลกัสโครโมโซมเป็น ไบวาเลนท์* ซึ่งในเซลล์ตัวอย่างมีสองไบวาเลนท์ คือ P1M1 และ P2M2 เมื่อเข้าสู่ระยะเมทาเฟส I ไบวาเลนท์เคลื่อนมาเรียงกันที่แนวศูนย์สูตรของเซลล์ โดยการวางตัวของแต่ละไบวาเลนท์ที่เป็นแบบสุ่ม ส่งผลให้โครโมโซมจากชุดของพ่อและแม่เข้ากลุ่มกันได้หลากหลายแบบ ซึ่งในกรณีของเซลล์ตัวอย่างการวางตัวของไบวาเลนท์ทำให้โครโมโซมมีการเข้ากลุ่มกันได้ 2 แบบ ดังแสดงในรูปที่ 13

*ไบวาเลนท์ = คู่ฮอมอโลกัสโครโมโซม

- **แบบที่ 1** โครโมโซมจากชุดของพ่อทั้งสองแท่งหันเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกัน และโครโมโซมจากชุดของแม่หันเข้าสู่ขั้วเซลล์ด้านตรงกันข้าม เมื่อโครโมโซมแต่ละแท่งถูกดึงให้ผลแยกจากกันในระยะแอนาเฟส I โครโมโซมสองแท่งที่มาจากชุดเดียวกันจึงถูกดึงเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกัน ดังนั้นเมื่อการแบ่งไมโอซิสครั้งแรกเสร็จสิ้นลงได้เซลล์ลูกสองเซลล์ โดยเซลล์หนึ่งมีโครโมโซมชุดที่มาจากพ่อทั้งสองแท่ง และอีกเซลล์หนึ่งมีโครโมโซมชุดที่มาจากแม่ทั้งสองแท่งเมื่อการแบ่งไมโอซิสครั้งที่สองเสร็จสิ้นลง เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีโครโมโซมจากชุดของพ่อสองเซลล์ (P1P2) และอีกสองเซลล์มีโครโมโซมจากชุดของแม่ (M1M2)

- **แบบที่ 2** โครโมโซมที่มาจากชุดของพ่อหนึ่งแท่งและโครโมโซมที่มาจากชุดของแม่หนึ่งแท่งหันเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกัน ในระยะแอนาเฟส I เมื่อโครโมโซมถูกดึงแยกจากกัน ที่ขั้วเซลล์แต่ละขั้วจึงมีโครโมโซมแท่งหนึ่งจากชุดของพ่อและอีกแท่งหนึ่งจากชุดของแม่อยู่ด้วยกัน ภายหลังการแบ่งไมโอซิสครั้งที่สองเสร็จสิ้นลง จึงได้เซลล์

ลูก 4 เซลล์ ที่มีโครโมโซมจากชุดของพ่อและชุดของแม่อย่างละแท่ง ซึ่งมีสองแบบคือ P1M2 และ P2M1 แบบละสองเซลล์



รูปที่ 13

การเข้ากลุ่มอย่างอิสระของโครโมโซม ซึ่งเกิดขึ้นในระยะเมทาเฟส การวางตัวของไบวาเลนต์เกิดได้ 2 แบบ ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน 4 แบบในการแบ่งตัวของเซลล์หนึ่งเซลล์ การวางตัวของไบวาเลนต์จะเกิดเพียงแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น โดยมีโอกาสเกิดเท่า ๆ กัน ดังนั้นในการแบ่งตัวของเซลล์ 100 เซลล์ จึงมีการวางตัวแบบที่ 1 ประมาณ 50 เซลล์ และแบบที่ 2 อีก 50 เซลล์ ส่งผลให้ได้เซลล์ลูกที่มีการรวมกลุ่มของโครโมโซมที่แตกต่างกัน 4 แบบ โดยแต่ละแบบมีจำนวนเท่า ๆ กัน ได้แก่ เซลล์ที่มีชุดโครโมโซมจากพ่อทั้งสองแท่ง (P1P2) เซลล์ที่มีชุดโครโมโซมจากแม่ทั้งสองแท่ง (M1M2) และเซลล์ที่มีโครโมโซมจากชุดของพ่อหนึ่งแท่งและโครโมโซมจากชุดแม่หนึ่งแท่ง ซึ่งมีสองแบบ คือ P1M2 และ P2M1 กล่าวโดยรวมก็คือ ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมสองแท่งในหนึ่งชุด ($n = 2$) จะได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มีการรวมกลุ่มของโครโมโซมได้ 4 แบบ หรือ 22 แบบนั่นเอง ซึ่งเขียนเป็นสูตรง่าย ๆ คือ $2n$ เมื่อ $n =$ จำนวนโครโมโซมใน 1 ชุด ดังนั้นเมื่อจำนวนโครโมโซมในหนึ่งชุดมากขึ้น จะทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มีการรวมกลุ่มของโครโมโซมหลากหลายแบบขึ้น เช่น คนมีโครโมโซม $2n = 46$ โดยมีจำนวนโครโมโซม 23 แท่งใน 1 ชุด ($n = 23$) ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะได้ เซลล์สืบพันธุ์ที่มีการรวมกลุ่มของแท่งโครโมโซมได้มากถึง 223 แบบ (ประมาณ 8 ล้านแบบ) เนื่องจากบนโครโมโซมแต่ละแท่งมียีนควบคุมลักษณะต่าง ๆ อยู่ เพราะฉะนั้นเซลล์สืบพันธุ์จึงมีการรวมกลุ่มของยีนได้มากมายหลายแบบตามไปด้วย

3. การปฏิสนธิแบบสุ่ม (random fertilization)

ในสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศนั้น สิ่งมีชีวิตตัวใหม่เกิดจากการรวมกันระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียซึ่งเกิดขึ้นแบบสุ่ม โดยที่การสร้างเซลล์สืบพันธุ์โดยกระบวนการ ไมโอซิสส่งผลให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมหลากหลายดังนั้นพ่อแม่คู่ หนึ่ง ๆ จึงมีโอกาสมีลูกที่มีพันธุกรรมต่าง ๆ กันมากมาย ตัวอย่างเช่น ในคนการรวมกลุ่มอย่างอิสระของโครโมโซมทำให้ผู้ชายสร้างอสุจิได้ถึง 223 แบบ และผู้หญิงสร้างไข่ได้ 223 แบบเช่นกัน เมื่อมีการปฏิสนธิเกิดขึ้นจึงมีโอกาสได้ลูกที่มีพันธุกรรมต่าง ๆ กันถึง 223×223 แบบ (หรือ 246 แบบ) ซึ่งลูกแต่ละคนคือ 1 ใน 246 แบบนั่นเอง ลูกแต่ละคนของพ่อแม่คู่หนึ่ง ๆ จึงมีลักษณะไม่เหมือนกันเลย (ยกเว้นแฝดร่วมไข่) ในประชากรหนึ่งจะพบบุคคลที่มีลักษณะต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมากมาย เช่น ในประชากรคนไทย คนแต่ละคนมีรูปร่าง หน้าตา สีผม และลักษณะอื่น ๆ แตกต่างกัน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของ

ตนเอง ความแปรผันของลักษณะระหว่างบุคคลในประชากรเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิวัฒนาการ โดยการคัดเลือกตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้

ใบความรู้ที่ 3

ชื่อหน่วย จุลินทรีย์การถนอมอาหารการบรรจุภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษาการขนส่งและสารเคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

จุลินทรีย์ คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีทั้งพวกที่เป็นเซลล์เดียว หรือหลายเซลล์ พบโดยทั่วไป ในสิ่งแวดล้อม ทั้งในดิน, น้ำ, อากาศ, อาหาร, ท้องทะเลลึก, ปล่องภูเขาไฟ และจากภายใน และภายนอก ร่างกาย ของมนุษย์และสัตว์ จุลินทรีย์ มีอยู่มากมาย หลายชนิดด้วยกัน เช่น แบคทีเรีย รา สาหร่าย ไวรัส เป็นต้น แต่ก่อน คนส่วนใหญ่มักคิดว่าจุลินทรีย์ เป็นเชื้อโรคที่ไม่มีประโยชน์ เป็นอันตราย ต่อสิ่งมีชีวิต และสุขภาพของมนุษย์ และสัตว์ แต่ในอีกแง่มุมหนึ่ง เราสามารถใช้จุลินทรีย์ เป็นเครื่องมือในกระบวนการ เทคโนโลยีชีวภาพ ให้เกิดประโยชน์ได้หลายอย่างด้วยกัน กล่าวคือ

จุลินทรีย์คืออะไร [No. 0]

จุลินทรีย์ คือ สิ่งมีชีวิตเล็กๆที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นจนกว่ามันจะเกาะกลุ่มกัน จุลินทรีย์มีอยู่ในธรรมชาติ ทั้งในน้ำ ในอากาศและในดิน มีทั้งที่เป็นอันตรายต่อการทำให้เกิดโรกับพืช มนุษย์ สัตว์และที่เป็นประโยชน์ในการสร้างสารปฏิชีวนะทางการแพทย์

สิ่งมีชีวิตต่างๆอาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ ระบบนิเวศของจุลินทรีย์มีหลากหลาย ในที่นี้เราจะศึกษาเรื่องของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อระบบการเพาะปลูกและการเพาะเลี้ยง เพิ่มปริมาณ โดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิต ที่สำคัญคือ มันจะช่วยรักษาสภาพแวดล้อมและความยั่งยืนของระบบนิเวศเกษตรของเราด้วย

บทบาทตามธรรมชาติของจุลินทรีย์ คือ ผู้ย่อยสลาย โดยจุลินทรีย์จะเป็นตัวการทำให้ทุกอย่างที่มาจากพืชและสัตว์เน่าเปื่อย ผุพัง แผลกละเอียดจนไม่เหลือซาก กลายเป็นดินที่ยังคงมีธาตุอาหารซึ่งเคยมีอยู่ก่อนการย่อยสลาย ธาตุอาหารนี้จะละลายน้ำได้และรากพืชจะดูดกลับไปเลี้ยงต้น ไม้ให้เจริญเติบโตงอกงามอีกครั้ง

การใช้จุลินทรีย์เพื่อการเกษตร โดยการนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการผลิตปุ๋ย ซึ่งปุ๋ยเป็นสิ่งจำเป็น ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การที่เกษตรกร จะใช้แต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ก่อให้เกิดสารตกค้างในดิน ทำให้คุณภาพดินเสียไปในระยะยาว หรือส่งผลไปยังผู้บริโภคได้

ดังนั้น นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ จึงริเริ่ม นำคุณสมบัติของจุลินทรีย์ มาใช้ประโยชน์ ในการทำเกษตรกรรม เช่น ใช้จุลินทรีย์ ในการทำปุ๋ยหมัก ปุ๋ยแอลจินาชีวภาพ ที่ผลิตจากสาหร่าย ปุ๋ยไรโซเบียมที่ผลิตจากแบคทีเรียที่อาศัยในปมรากพืช และไมคอร์ไรซา เป็นราที่อาศัยอยู่ ตามรากพืช ช่วยในการจับอาหาร และแร่ธาตุต่างๆ ของดิน กล้วยไม้ นอกจากนี้ ยังมีแบคทีเรียในกลุ่มของแอคติโนมัยซิสที่ย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่างๆ เป็นการช่วยเพิ่ม ความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินได้ ตลอดจนการใช้สารเคมีฆ่าแมลง เป็นระยะเวลาานาน จะส่งผลให้แมลงคือ ยา และเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม การใช้จุลินทรีย์ควบคุมโรค และแมลงศัตรูพืช จึงเป็นทางเลือกหนึ่ง ที่

นักวิทยาศาสตร์ พยายามนำมาใช้ และเมื่อประมาณ 60 ปีที่ผ่านมา ได้นำแบคทีเรีย ในการกำจัดแมลง เช่น แบซิลลัส ทูรินเจนซิส (บีที) ซึ่งสามารถยับยั้งเชื้อ ไปหาอาหาร ได้และตายในที่สุด

การใช้เชื้อราที่มีฤทธิ์ทำลายเฉพาะแมลงบางชนิด เช่น อาร์แคน โทมัส เป็นราที่ก่อให้เกิดโรค ใบม้วนที่เป็นศัตรู ของ พืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย เป็นต้น เชื้อรา บิววาเรีย สามารถกำจัดมดคันไฟ จนหมดรังได้ และเส้นใยของราสามารถชอนไชเข้าไปในตัวมดคันไฟ ในเวลาอันรวดเร็วและ เจริญเติบโตภายในนั้นจนกระทั่งมด ตาย ทางด้านปศุสัตว์ จุลินทรีย์ยังช่วยในการผลิตอาหารที่มีคุณภาพ เช่น การทำหญ้าหมัก ซึ่งใช้เป็นอาหารสัตว์ เพื่อ ใช้ในยามขาดแคลน

วิธีการคือ เราต้องเก็บในขณะที่หญ้างังสดและมีความชื้นพอเหมาะที่จะนำมาหมัก ในสภาพ ปราศจากอากาศ และ เก็บถนอมไว้ในสภาพหมักดอง นอกจากนี้ ยังมีการนำจุลินทรีย์ มาใช้ในการพัฒนาสารเสริมชีวณะ (โปรไบโอติก) ซึ่งเป็นสารช่วยเร่งการเจริญเติบโต และสามารถสร้างภูมิคุ้มกันให้ กับสัตว์ได้ด้วย

จุลินทรีย์ (microorganism) คือสิ่งที่มีชีวิตขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อส่อง เมื่อพูดถึงจุลินทรีย์คนส่วนใหญ่ มัก จะเข้าใจว่า จุลินทรีย์คือเชื้อ โรคเป็นต้นเหตุของการเน่าเสีย เสื่อมสลายของสิ่งต่างๆ ตลอดจนเป็นสาเหตุของโรคนานาชนิดในมนุษย์ สัตว์ และพืช ซึ่งตามความเป็นจริงแล้ว จุลินทรีย์ไม่ใช่ว่ามีแต่โทษอย่างเดียว ประโยชน์ที่มนุษย์ได้ จากจุลินทรีย์ก็มีมาก จุลินทรีย์มีส่วนเกี่ยวข้องกับมนุษย์ในชีวิตประจำวันหลายด้าน เช่น ด้านอาหาร ได้แก่ ผัก ผลไม้ดอง ขนมอบึง น้ำส้มสายชู ซีอิ๊ว เหล่านี้ล้วนแต่อาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการผลิตทั้งสิ้น ทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากนี้ยังมียารักษาโรคต่างๆ อีกมากมาย โดยเฉพาะยาปฏิชีวนะ เป็นต้น



จุลินทรีย์มีอยู่มากมายหลายชนิด สามารถแบ่งเป็นกลุ่มๆ ได้ดังนี้

1. แบคทีเรีย

เป็นสิ่งที่มีชีวิตเซลล์เดียว มีลักษณะ โครงสร้างแบบง่ายๆ พบอยู่ทั่วไปทั้งในน้ำ อากาศ และบนพื้นดิน ตลอด จนใน ร่างกายของมนุษย์มีหลายชนิดที่ให้โทษ เช่น ทำให้อาหารเน่าเสีย เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง อหิวาต์ ตลอด จนบาด แผลเน่าเปื่อย ส่วนที่เป็นประโยชน์ เช่น ใช้แบคทีเรียบางชนิดในการผลิตกรดน้ำส้ม ผงชูรส นมเปรี้ยว เนยแข็ง



2. สาหร่าย

เป็นสิ่งที่มีชีวิตที่มีคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารสีเขียวใช้ในการสังเคราะห์แสง บางคน อาจจะเรียกว่า โปรโตซัวที่มีสีเขียว อาจจะอยู่ เซลล์เดียวโดดๆ อยู่เป็นกลุ่ม เป็นสาย จนทำให้เห็นว่ามีโครงสร้างที่ซับซ้อน แต่ละเซลล์จะมีความสมบูรณ์ (fertile) กล่าวคือ สามารถทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศได้ สาหร่ายมีหลายชนิดและมีสีต่างๆ กัน เช่น

เหี่ยว แดง น้ำเงิน และน้ำเงินแกมเขียว ส่วนใหญ่ที่พบมีสีเขียว สีเขียวดังกล่าวคือ คลอโรฟิลล์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงกระจาย อยู่ภายในเซลล์ (cytoplasm) ไม่ได้อยู่ในพลาสมา (plasmic)

3. รา

เป็นสิ่งที่มีชีวิตมีทั้งเป็นดอกเห็ด ไม่มีแน่นอนว่า เป็นพืชและอากาศ มีทั้ง



ที่เป็นเซลล์เดี่ยว เป็นเส้นใย ตลอดจนถึงลักษณะพิเศษที่จะบอกได้อย่างหรือสัตว์ พบอยู่ทั่วไปทั้งในดิน น้ำ ประโยชน์และโทษ



ราที่เป็นประโยชน์ได้แก่ ราที่ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์ สุรา เบียร์ และขนมปัง ส่วนราที่ให้โทษได้แก่ ราที่ทำให้เกิดโรค และทำให้อาหารเน่าเสีย

4. โปรโตซัว

เป็นสิ่งที่มีชีวิตที่อยู่ได้ด้วยเซลล์เดี่ยวหรือหลายเซลล์รวมกันเป็นกลุ่ม รูปร่างลักษณะอาจจะเป็นรูปไข่ รูปรี หรือมีรูปร่าง ไม่แน่นอน พบทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม และดินที่ชื้นแฉะ มีทั้งเป็นปรสิต (parasite) ที่ทำให้เกิดโรค เช่น โรคบิด มาลาเรีย สำหรับประโยชน์ที่ได้จากโปรโตซัวส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับระบบสมมูลทางนิเวศวิทยา



5. ไวรัส

เป็นสิ่งที่มีชีวิตขนาดเล็กมากเกินกว่าที่จะมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา แต่อาจมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอน ไวรัส ไม่มีลักษณะหรือ

คุณสมบัติเป็นเซลล์ แต่จะประกอบด้วย กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ที่อาจจะเป็น DNA หรือ RNA อย่างใดอย่างหนึ่งที่ถูกห่อหุ้มด้วยโปรตีน ไวรัสมักมีลักษณะเป็นปรสิตที่ผูกมัด (obligate parasite)



การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์เมื่อแบ่ง ออกเป็นกลุ่มตามขนาด รูปร่าง และคุณสมบัติอื่นๆ ได้ดังนี้

1. เชื้อไวรัส

เป็นจุลินทรีย์ที่ขนาดเล็กที่สุดต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีกำลังขยายเป็นหมื่นเท่าจึงจะมองเห็นได้ เรายังไม่สามารถเพาะเลี้ยงเชื้อไวรัสได้ในอาหารเพาะเลี้ยง เชื้อไวรัสเจริญเพิ่มจำนวนได้เมื่ออยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้น ตัวอย่างโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส ได้แก่ โปлио หัด คางทูม และอีสุกอีใส เป็นต้น

2. เชื้อแบคทีเรีย (bacteria)

มีขนาดใหญ่กว่าเชื้อไวรัส สามารถมองเห็นได้เมื่อส่องขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา ส่วนมากทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในธรรมชาติ แต่อาจมีบางชนิดที่สามารถสังเคราะห์แสงได้

3. เชื้อรา (fungus)

มีขนาดใหญ่กว่าเชื้อแบคทีเรีย พบว่ามีรูปร่าง 2 แบบ คือ ราแบบรูปกลม เรียกว่า ยีสต์ และราแบบเป็นสาย เรียกว่า สายรา ราบางชนิดจะมีรูปร่างได้ทั้ง 2 แบบ ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ เราอาจมองเห็นกลุ่มของเชื้อราได้ด้วยตาเปล่า ราบางชนิดจะสร้างสปอร์สำหรับสืบพันธุ์เกิดเป็นเห็ดขึ้น

4. สาหร่ายเซลล์เดียว (blue green algae)

เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้ เพราะมีรงควัตถุเพื่อการสังเคราะห์แสงอยู่ในเซลล์ จัดเป็นผู้ผลิตเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร

ความสำคัญของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กมากนั้น แต่ละเซลล์จะมีกระบวนการต่างๆ ของชีวิตเกิดขึ้นได้ภายในเซลล์เดียว กระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่ก็เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ตัวมันเอง เช่น ยีสต์ มีการเปลี่ยนแปลงอาหารให้เป็นพลังงานด้วยกระบวนการหมัก (fermentation) ขณะเดียวกันก็ได้ผลผลิตเกิดขึ้น คือ เอทิลแอลกอฮอล์ที่เรานำไปใช้ประโยชน์ได้ มีจุลินทรีย์จำนวนมากที่มีความสำคัญในการผลิตสารต่างๆ ที่มีประโยชน์และช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการต่างๆ ดังต่อไปนี้

การผลิตอาหาร

อาหารและเครื่องดื่มหลายชนิดที่เกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ ซึ่งมนุษย์เราสามารถใช้ประโยชน์มาเป็นเวลานานแล้ว อาหารที่เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ เรียกว่า อาหารหมัก (fermented food) เช่น กะหล่ำปลีดอง แดงกวาดอง ไข่กรอก เกิดจากการกระทำของแบคทีเรียที่สร้างกรดแล็กติก เป็นส่วนใหญ่ แบคทีเรียเหล่านี้อาจมีอยู่ตามธรรมชาติบนอาหารหรือเราตั้งใจใส่เชื้อนั้นลงในอาหาร

ผลิตภัณฑ์นมหมัก (fermented milk) มีหลายชนิด ได้แก่ นมเปรี้ยว เนยแข็ง นมเปรี้ยวซึ่งมีรสเปรี้ยวเกิดจากการหมักนมพาสเจอร์ไรซ์ด้วยแบคทีเรียที่สร้างกรดแล็กติก จึงสามารถหมักน้ำตาลแล็กโทสให้เป็นกรดแล็กติกได้ และกรดนี้ไปทำให้โปรตีนในนมตกตะกอนเป็นลิ่มและๆ ที่เรียกว่า เคิร์ด (curd) มีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นหอมมารับประทาน ผลิตภัณฑ์นมหมักที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่ โยเกิร์ต นมบัตเตอร์ นมคีเฟอร์ เป็นต้น

โยเกิร์ต (yogurt) เป็นนมเปรี้ยวที่เชื่อว่าดื่มแล้วอายุยืน ทั้งชนิดกึ่งแข็งและเหลว ใช้เชื้อเริ่มต้น (starter) คือ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* เติมนมพาสเจอร์ไรซ์และบ่มไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 43 องศาเซลเซียส 7 - 8 ชั่วโมง จนวัดความเป็นกรดได้ 0.9 % และทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว เพื่อหยุดปฏิกิริยาการหมัก

ผลิตภัณฑ์อื่นที่ทำจากนม ได้แก่ เนยเหลว (butter) ซึ่งทำจากไขมันในนม โดยนำนมมาปั่น ไขมันจะรวมตัวเป็นเม็ด แล้วกรองเอาส่วนที่เป็นน้ำออก นำไขมันมาเติมเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Streptococcus lactis* ร่วมกับ *Leuconostoc citrovorum* ซึ่งทำให้เนยเหลวมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว ส่วนการทำเนยแข็ง (cheese) ซึ่งมีแตกต่างกันหลายชนิดนั้น จะมีการเติมแบคทีเรีย ซึ่งเป็นเชื้อเริ่มต้นต่างชนิดกัน เช่น *S. lactis* หรือ *Streptococcus cremoris* ทำให้ได้เนยแข็งต่างชนิดกัน แต่ละชนิดมีรสชาติและเนื้อของเนยที่แตกต่างกัน กรดที่แบคทีเรียแต่ละชนิดสร้างขึ้น จะช่วยให้นมจับตัวเป็นก้อนเคิร์ด หลังจากนั้นมีการเติมเอนไซม์เรนินลงไป เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาการแข็งตัวของนม ทำให้แยกส่วนที่เป็นน้ำหรือหางนมออก ส่วนน้ำนี้เรียกว่าเวย์ (whey) แล้วจึงบีบเอาส่วนหางนมออกทำให้เนยแข็งขึ้น โดยนำไปไล่ความชื้นและใส่เกลือ เพื่อดึงน้ำออกและช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ ที่ไม่ต้องการ หลังจากนั้นจึงนำไปบ่มด้วยแบคทีเรียหรือรา

การทำขนมปัง อาศัยจุลินทรีย์จำพวกยีสต์ใส่ลงในแป้งที่จะทำขนมปังแล้วवाद ยีสต์จะเกิดกระบวนการหมักให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแป้งอัมก้าชนี้ไว้ จึงทำให้แป้งอ่อนนุ่มและพองตัว แป้งขนมปังที่ขึ้นฟูนี้เรียกว่า โด (dough) เมื่อนำแป้งไปอบ จึงทำให้ขนมขึ้นฟู การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่ดีจะทำให้ขนมปังมีกลิ่นรสที่ดีและสามารถหมักน้ำตาลได้มากและรวดเร็ว คุณภาพของขนมปังนอกจากขึ้นกับการเลือกชนิดยีสต์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับสภาพการบ่มเชื้อและชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ด้วย

การผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์ ไชเดอร์ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ ไชเดอร์ทำจากแอปเปิล ไวน์ทำจากองุ่น เบียร์ทำจากข้าวบาเลย์ จุลินทรีย์ที่ใช้ คือ ยีสต์ ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลในพืชหรือผลไม้ให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเกิดการเปลี่ยนแปลงกับสารอื่นๆ ทำให้ได้รสชาติดี เครื่องดื่มแอลกอฮอล์แต่ละชนิดมีรสชาติต่างกัน เนื่องจากใช้วัตถุดิบ วิธีการและสายพันธุ์ยีสต์ที่ต่างกัน

การผลิตเบียร์ อาศัยยีสต์ในกระบวนการหมัก วัตถุดิบที่ใช้ คือ ข้าวมอลต์ที่กำลังงอก (barley malt) และแป้ง (starch adjuncts) ผสมกับน้ำอุ่น หลังจากปล่อยให้เอนไซม์ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลแล้วจะได้น้ำเวิร์ท (wort) ออกมา เอามา

รองและต้มกับดอกฮอป (hops) เพื่อให้ให้น้ำเวิร์ทเข้มข้น มีรสชาติเพิ่มขึ้นและทำลายจุลินทรีย์ แล้วนำมาหมักด้วยยีสต์ ซึ่งจะหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และ คาร์บอนไดออกไซด์ และเกิดการเปลี่ยนแปลงกับ โปรตีนและสารอื่นๆ ทำให้เกิดรสชาติที่ดี

การผลิตน้ำส้มสายชูหมัก ที่ใช้เป็นเครื่องปรุงรส ผลผลิตจากวัตถุดิบพวกแป้งและน้ำตาล เช่น น้ำผลไม้ น้ำเชื่อม กากน้ำตาล โดยมีการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอน คือ การหมักน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ในสภาพไม่ใช้ออกซิเจน โดยอาศัยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* และขั้นตอนที่สองเป็นการออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดน้ำส้ม หรือกรดอะซิติก โดยแบคทีเรีย *Acetobacter* และ *Gluconobacter*

การผลิตอาหารจากจุลินทรีย์ จุลินทรีย์พวกแบคทีเรีย ยีสต์ สาหร่าย อาจใช้เป็นแหล่งอาหารของมนุษย์และสัตว์ได้ จุลินทรีย์เหล่านี้เจริญได้รวดเร็ว ทำให้ได้ผลผลิต คือ โปรตีนจำนวนมากและมีคุณภาพดี เพราะประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็นและวิตามินปริมาณสูง อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์อย่างง่ายของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมของเสียจากโรงงานกระดาษ กากน้ำตาลจากอ้อย วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร หางน้ำนมหรือเวย์จากอุตสาหกรรมนม เป็นต้น จึงทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงและเป็นการกำจัดของเสียที่ทำให้เกิด มลภาวะได้อีกด้วย การผลิตอาหารจากจุลินทรีย์ เซลล์เดียว จึงเรียกว่า กระบวนการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว (Single Cell Protein, SCP) ตัวอย่างแบคทีเรียที่นำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ *Pseudomonas* spp. ข้อดีของการใช้แบคทีเรียเป็นโปรตีนเซลล์เดียว คือ ใช้วัตถุดิบได้หลายชนิดในการเลี้ยง มีช่วงชีวิตสั้นและผลิตโปรตีนปริมาณมาก แต่ก็มีข้อเสีย คือ เซลล์มีขนาดเล็ก เก็บเกี่ยวผลผลิตยากและมีปริมาณกรดนิวคลีอิกอยู่มากทำให้รบกวนทางเดินอาหาร นิยมใช้ยีสต์ผลิตเป็นโปรตีนเซลล์เดียวมากกว่า เนื่องจากมีปริมาณกรดนิวคลีอิกต่ำกว่า เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่ายกว่า เจริญในอาหารตั้งต้น (ซบสเตรด) ที่มี pH ต่ำ และยอมรับยีสต์เป็นอาหารมากกว่าและยังมีวิตามินปริมาณสูงด้วย ยีสต์ที่นิยมใช้ ได้แก่ *Candida utilis* ส่วนจุลินทรีย์อื่นๆ ที่ใช้เป็นอาหาร ได้แก่ สาหร่ายน้ำจืด และสาหร่ายทะเลหลายชนิด เช่น เทา หรือเทาน้ำ หรือผักไถ่ ก็คือ สาหร่ายน้ำจืด สไปโรไจรา (*Spirogyra*) สาหร่ายคลอเรลลา (*Chlorella*) ให้โปรตีนสูงมากถึง 55% ไขมัน 7.5% คาร์โบไฮเดรต 17.8% นอกจากนี้ยังมีวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) วิตามินบี 1 (ไทอามีน) วิตามินบี 2 (ไรโบเฟลวิน) ไนอะซิน และวิตามินบี 6 (ไพริดอกซิน) ซีนี เดสมัส (*Scenedesmus*) เป็นสาหร่ายสีเขียวอีกชนิดหนึ่งที่ให้โปรตีนมากกว่า 50% ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมากกว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองเสียอีก (ถั่วเหลืองให้โปรตีน 34.5%) ยังมีไซยาโนแบคทีเรีย คือ สไปรูไลนา (*Spirulina*) ที่มีโปรตีนสูงมากถึง 63-68% คาร์โบไฮเดรต 18-20% ไขมัน 2-3% ส่วนสาหร่ายทะเลหลายชนิดที่ใช้เป็นอาหารได้ ได้แก่ อุลวา (*ulva*) หรือผักกาดหอมทะเล และเอนเทอโรมอร์ฟา (*Enteromorpha*) ที่ทางภาคใต้นำมาเป็นอาหาร สาหร่ายสีน้ำตาลพวกซาร์กัสซัม (*Sargassum*) หรือเรียกว่าสาหร่ายพุงหรือสาหร่ายใบและพาไดนา (*Padina*) หรือสาหร่ายพัด พวกสาหร่ายสีแดงที่ใช้เป็นอาหารได้ ได้แก่ พอร์ไฟรา (*Porphyra*) หรือจี๋น่าย เกล็ดเดียว (*Gelidium*) หรือสาหร่ายวุ้น กราซิลารีเรีย (*Gracilaria*) หรือสาหร่ายพมนาง เป็นต้น

การผลิตผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมหลายชนิดที่เกิดจากการกระทำของแบคทีเรีย ได้แก่

การผลิตกรดแล็กติก ที่ใช้รักษาโรคขาดแคลเซียม ในรูปแคลเซียมแล็กเตต (*calcium lactate*) รักษาโรคโลหิตจาง โดยใช้ในรูปไอออนแล็กเตต, (*iron lactate*) และใช้เป็นตัวทำละลายแลคเกอร์ในรูปเอ็นบิวทิลแล็กเตต (*N-butyl lactate*)

การผลิตกรดแล็กติก ใช้วัตถุดิบพวกแป้งข้าวโพด มันฝรั่ง กากน้ำตาล หางนมที่ได้จากอุตสาหกรรมนม ถ้าวัตถุดิบเป็นแป้งจะถูกย่อยเป็นกลูโคสก่อนด้วยกรดหรือเอนไซม์ ชนิดของแบคทีเรีย ที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ เช่น ใช้เชื้อ *L. bulgaricus* เมื่อใช้หางนมเป็นวัตถุดิบ บางครั้งอาจต้องเติมสารประกอบไนโตรเจนหรือสารอื่นเพื่อช่วยให้เชื้อเจริญได้ดี ระหว่างการหมักจะเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เพื่อทำปฏิกิริยากับกรดแล็กติกให้เป็นกลาง ได้แคลเซียมแล็กเตต หลังจากนั้นจึงแยกแคลเซียมแล็กเตตออกมาและทำให้เข้มข้นขึ้น

การผลิตกรดซิตริกหรือกรดส้ม ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นเครื่องปรุงรสอาหาร ในอุตสาหกรรมน้ำหมัก ดิซ็อม และใช้ในวงการแพทย์ มีเชื้อราหลายชนิดที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดส้มได้ แต่ที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ *Aspergillus niger*

การผลิตกรดอะมิโน จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนจากสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งอาจสังเคราะห์ได้มากเกินความต้องการ จึงขับออกมาในอาหารเลี้ยงเชื้อ จุลินทรีย์บางชนิดสังเคราะห์กรดอะมิโนได้มากจนผลิตเป็นการค้าได้ เช่น แอล-ไลซีน (*L*-lysine) ผลิตโดยเชื้อ *Enterobacter aerogenes* กรดแอล-กลูตามิก (*L*-glutamic acid) โดยแบคทีเรีย *Micrococcus*, *Arthrobacter* เป็นต้น

การผลิตเอนไซม์ มีราและแบคทีเรียหลายชนิดที่สังเคราะห์เอนไซม์และขับออกจากเซลล์มาอยู่ในอาหาร ในทางอุตสาหกรรม สามารถเลี้ยงเชื้อราและแบคทีเรียให้สร้างเอนไซม์และทำให้เอนไซม์บริสุทธิ์ได้ เช่น เอนไซม์อะไมเลส (*Amylase*) ได้จาก *Rhizopus delemar*, *Mucor rouxii*, *Aspergillus oryzae* ใช้ย่อยแป้งให้เป็นเดกซ์ทรินและน้ำตาล จึงใช้เอนไซม์นี้ในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล เพื่อการผลิตแอลกอฮอล์ ใช้ในการทำให้ไวน์เบียร์ และน้ำผลไม้ใสขึ้น

เอนไซม์อินเวอร์เทส (*Invertase*) ได้จากยีสต์ *S. cerevisiae* ใช้ย่อยซูโครสให้เป็นกลูโคสกับฟรุกโทส จึงใช้ในอุตสาหกรรมทำลูกกวาด ไอศกรีม

โปรตีเอส (*Protease*) เป็นคำเรียกเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน ซึ่งมีหลายชนิด ได้จาก *Bacillus subtilis* และ *A. oryzae* ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหนัง การทำกาว การทำให้เนื้อนุ่ม ทำให้เครื่องดืมใส

เอนไซม์เพกทิเนส (*Pectinase*) ได้จาก *Aspergillus niger*, *Penicillium spp.*, *Rhizopus spp.* ใช้ในการทำให้น้ำผลไม้ใส และย่อยเพกทินในการแช่दनแฟลกซ์ เพื่อทำผ้าลินิน

การผลิตเชื้อเพลิง

การเกิดเชื้อเพลิงธรรมชาติในรูปถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติต้องใช้เวลานับล้านๆ ปี โดยเกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ที่ตายรวมกันเป็นตะกอน โดยอาศัยอุณหภูมิสูงและแรงกดดัน รวมทั้งการกระทำของจุลินทรีย์ เชื้อเพลิงซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติชนิดสิ้นเปลืองกำลังลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่โลกมีความต้องการพลังงานจากเชื้อเพลิงมากขึ้น จึงอาจเกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ทั่วโลกจึงหันมาสนใจหาแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งมีหลายแบบ แบบหนึ่ง คือ การผลิตเชื้อเพลิงโดยอาศัยจุลินทรีย์ เชื้อเพลิงชนิดนี้ ได้แก่ แอลกอฮอล์ และมีเทน

จุลินทรีย์จำพวกยีสต์ สามารถเกิดกระบวนการหมักสารคาร์โบไฮเดรตให้ได้แอลกอฮอล์ เพื่อใช้ทำเครื่องดื่ม ดังได้กล่าวแล้ว นอกจากนี้แอลกอฮอล์ยังใช้เป็นตัวทำละลายที่ดีด้วยและยังสามารถ ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ โดยการผสมแอลกอฮอล์ประมาณ 10-15% กับน้ำมันที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (*Gasohol*)

พลังงานอีกชนิดหนึ่งได้จากก๊าซชีวภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH₄) ที่ได้จากการหมักมูลสัตว์และของเสียจากสัตว์ โดยรวบรวมของเสียเหล่านี้ใส่ในถังหมักที่มีเชื้อ จุลินทรีย์อยู่ ทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาในที่ไม่มีอากาศ จุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์ในของเสียไปและเกิดก๊าซมีเทนขึ้น ก๊าซนี้ นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการปรุงอาหารและกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องการใช้ความร้อน ของเหลือจากถังหมัก เมื่อสะสมมากๆ ยังนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ ปัจจุบันครอบครัวตามชนบทมีการทำเชื้อเพลิงแบบนี้ใช้เอง

การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ทั้งวิธีทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพเป็นการบำบัดขั้นต้น เพื่อกำจัดสารแขวนลอยขนาดใหญ่ออกด้วยการตกตะกอน แยกด้วยตะแกรงแยกขยะ การกรอง การหมุนเหวี่ยง เป็นต้น ส่วนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี เช่น การออกซิเดชัน รีดักชัน โดยการเติมสารเคมีไปทำปฏิกิริยาลดหรือเพิ่มออกซิเจน ให้กับสารที่ต้องการกำจัด เพื่อให้เปลี่ยนเป็นสารประกอบรูปอื่นที่ไม่เป็นพิษ แล้วจึงตกตะกอนแยกออกไป วิธีนี้มักใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนน้ำทิ้งจากบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารอินทรีย์มาก เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาล โรงงานเบียร์ ต้องใช้กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่เติมให้หรือ จุลินทรีย์ในธรรมชาติมาย่อยสลายสารอินทรีย์ การบำบัดน้ำเสียแบบนี้มีหลายระบบ เช่น ระบบแอกทิเวเตดสลัดจ์ (Activated sludge process) เป็นระบบที่ให้อากาศแก่น้ำเสีย โดยการกวนน้ำแรงๆ หรือทำให้น้ำเคลื่อนไหวเพื่อรับอากาศและให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสารอินทรีย์ ซึ่งเมื่อถูกย่อยแล้วมีลักษณะเป็นคอลลอยด์ เรียกว่า ฟล็อก (floc) และมีจุลินทรีย์อยู่มาก ฟล็อกนี้จะทิ้งให้ตกตะกอนเพื่อนำไปบำบัดต่อไป โดยการย่อยในสภาพไร้อากาศ (anaerobic sludge digestion) หรืออาจนำไปเติมให้น้ำเสียที่ไหลเข้ามาใหม่ๆ พร้อมทั้งกวนแรงๆ จะทำให้เกิดฟล็อกได้เร็วขึ้น ฟล็อกที่ตกตะกอนแล้ว เรียกว่า แอกทิเวเตดสลัดจ์ (activated sludge) ซึ่งมีจุลินทรีย์จำนวนมาก เช่น ยีสต์ รา โพรโทซัว และแบคทีเรีย วิธีนี้ใช้กันมาก หลังจากทิ้งให้จุลินทรีย์ย่อยสารอินทรีย์แล้วจึงส่งน้ำไปยังถังตกตะกอน น้ำที่ปล่อยทิ้งจะมีค่า BOD ลดลงมาก

อีกระบบหนึ่ง เรียกว่า ทรिकกลิงฟิลเตอร์ (trickling filter) อาศัยหลักการกรองโดยปล่อยให้ น้ำเสียไหลลงมาตามชั้นหิน กรวด หรือวัสดุสังเคราะห์ชิ้นเล็กๆ ที่เรียงซ้อนกันเป็นแผ่น โดย อาจพ่นน้ำเสียให้เป็นฝอยขึ้นไปในอากาศก่อนเพื่อรับออกซิเจน ที่ชั้นหินจะมีจุลินทรีย์เคลือบติดอยู่เป็นฟิล์มบางๆ ซึ่งประกอบด้วยแบคทีเรีย รา โพรโทซัวและสาหร่าย เมื่อน้ำเสียไหลผ่านชั้นหินที่มีจุลินทรีย์ สารอินทรีย์จากน้ำเสียจึงเป็นอาหารให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายจนได้สารที่มีโมเลกุลเล็กและสามารถปล่อยทิ้งได้ โดยไม่เกิดการเน่าเสียโดยจุลินทรีย์พวกอื่นอีก

ระบบที่พึ่งพาธรรมชาติมากที่สุด คือ ระบบบ่อออกซิเดชัน (oxidation pond) ซึ่งต้องใช้พื้นที่ผิวมากและใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติทำการย่อยสารอินทรีย์เอง โดยใช้ออกซิเจนจากธรรมชาติ หรือ ได้จากสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ทำการสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจนที่จำเป็นสำหรับแบคทีเรียนำไปใช้ ส่วนสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ถ้าเจริญมากๆ ยังนำไปทำปุ๋ย หรือนำไปเลี้ยงสัตว์ได้

จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แกดิน

จุลินทรีย์ในดินพวกแบคทีเรียและเห็ดราชนิดต่างๆ ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์จากซากสิ่งมีชีวิตให้กลายเป็นสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ได้สารอาหารจากซากเหล่านั้น และนำไปใช้ประโยชน์ ขณะเดียวกันสารอินทรีย์ที่สลายเป็นสารอนินทรีย์ ก็เป็นสารอาหารของพืชที่ดูดซึมไปสร้างเนื้อเยื่อพืชได้ ดังนั้น ถ้าขาดจุลินทรีย์ในดิน จะทำให้ดินขาด

สารอาหาร และพืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จุลินทรีย์ในดิน จึงเกี่ยวข้องกับวัฏจักรของสารต่างๆ ในธรรมชาติ เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรคาร์บอน วัฏจักรซัลเฟอร์ เป็นต้น

ในอากาศมีก๊าซไนโตรเจนอิสระอยู่ถึง 78% แต่พืชไม่สามารถนำไปสร้างโปรตีนในเซลล์ได้ พืชได้รับไนโตรเจนในรูปเกลือไนเตรตที่รากดูดขึ้นมาจาดิน แต่จุลินทรีย์บางชนิดมีความสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศแล้วเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบไนเตรต จุลินทรีย์เหล่านี้บางชนิดอยู่ร่วมกับรากพืช เช่น แบคทีเรียชื่อ ไรโซเบียม (*Rhizobium*) อยู่ร่วมกับรากพืชตระกูลถั่วแบบพึ่งพาอาศัยแบคทีเรียบางชนิดตรึงก๊าซไนโตรเจนแบบอิสระได้ เช่น *Rhodospirillum rubrum*, *Rhodopseudomonas vannielii* หรือไซยาโนแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำ เช่น *Anabaena* spp., *Nostoc* spp., *Oscillatoria* spp. เมื่อตรึงก๊าซไนโตรเจนแล้วจะเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนีย และพืชนำไปใช้เปลี่ยนเป็นโปรตีนในพืช เมื่อพืชถูกสัตว์กินจะเปลี่ยนเป็นโปรตีนในสัตว์ เมื่อพืชและสัตว์ตายลงรวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากสัตว์จะทับถมลงดิน โปรตีนและกรดนิวคลีอิกจะถูกย่อยโดยแบคทีเรียบางชนิดในดินได้กรดอะมิโน ซึ่งถูกย่อยต่อได้แอมโมเนีย แอมโมเนียอาจจะเหวออกจากดินหรือละลายน้ำกลายเป็นเกลือแอมโมเนียม (NH_4^+) หรือถูกพืชและจุลินทรีย์นำไปใช้และอาจเปลี่ยนต่อไปเป็นไนไตรต์ (NO_2^-) และไนเตรต (NO_3^-) ไนเตรตที่ผลิตโดยจุลินทรีย์จึงเป็นปุ๋ยให้แก่พืชได้

จุลินทรีย์เป็นสาเหตุของโรค

มีจุลินทรีย์หลายร้อยชนิดที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคแก่คน สัตว์ พืชและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ จุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดโรคแก่สิ่งมีชีวิตที่มันเข้าไปอาศัยอยู่หรือที่เรียกว่าโฮสต์ได้นั้นจะต้องมีกลไกที่จะเอาชนะระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายโฮสต์ แต่ถ้าโฮสต์มีความต้านทานสูงกว่า จะสามารถทำลายจุลินทรีย์เหล่านั้นได้และไม่เกิดโรคขึ้น ปัจจัยที่ทำให้จุลินทรีย์สามารถก่อโรคได้ ขึ้นอยู่กับสารพิษ (toxin) ที่มันสร้างขึ้น ซึ่งอาจทำลายเซลล์ต่างๆ ของร่างกายโฮสต์ หรือทำลายเนื้อเยื่อ เช่น เนื้อเยื่อประสาท นอกจากนี้จุลินทรีย์ยังมีสารบางอย่างและเอนไซม์ที่ย่อยสลายส่วนประกอบของเนื้อเยื่อโฮสต์ ทำให้มันบุกรุกเข้าเนื้อเยื่อโฮสต์ และทำอันตรายโฮสต์ได้

ตัวอย่างโรคของคนที่เกิดจากแบคทีเรีย เช่น ปอดบวม *Diplococcus pneumoniae*, วัณโรค *Mycobacterium tuberculosis*, โรคเรื้อน *Mycobacterium leprae*, บาดทะยัก *Clostridium tetani*, อหิวาตกโรค *Vibrio cholerae*, ไทฟอยด์ *Salmonella typhi*, บิด *Shigella dysenteriae*, ซิฟิลิส *Treponema pallidum*, คอตีบ *Corynebacterium diphtheriae*, ไอกรน *Bordetella pertussis* เป็นต้น

โรคที่เกิดจากไวรัส ได้แก่ โรคกลัวน้ำหรือโรคพิษสุนัขบ้า *Rabies virus*, ไข้เลือดออก *Dengue virus*, ไขสันหลังอักเสบ (โปลิโอ) *Poliovirus*, หัด *Measles virus*, หัดเยอรมัน *Rubella virus*, คางทูม *Mump virus*, ไข้หวัด *Rhinovirus*, ไข้หวัดใหญ่ *Influenza virus*, เริม *Herpes simplex virus*, อีสุกอีใสและงูสวัด *Varicella - Zoster virus*, ฝีดาษ *Variola virus*, ตับอักเสบชนิดเอ *Hepatitis A virus*, ตับอักเสบชนิดบี *Hepatitis B virus*, เอชไอวี *Human immunodeficiency virus (HIV)* เป็นต้น

โรคที่เกิดจากเชื้อรา มีทั้งชนิดที่ทำให้เกิดโรคผิวหนังที่เชื่อมุผิวชั้นนอกและเยื่อเมือกของเซลล์ชั้นนอก ๆ การติดเชื้อแบบนี้เรียกว่า โรคผิวหนังจากเชื้อรา (*Dermatomycoses* หรือ *Cutaneous mycoses*) เช่น โรคกลาก เกื้อลม ตามผิวหนัง เล็บ และผม เกิดจากเชื้อ *Microsporum*, *Trichophyton* และ *Epidermophyton* ส่วนพวกที่ทำให้เกิดโรคในเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังลงไป เรียกว่า *Deep mycoses* หรือ *Subcutaneous mycoses* เกิดจากเชื้อ *Blastomyces*, *Histoplasma*, *Sporotrichum* เป็นต้น

ผลิตสารปฏิชีวนะและวัคซีน

สารปฏิชีวนะ หมายถึง สารที่ใช้รักษาโรคต่างๆ โดยสร้างได้จากจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง เพื่อไปยับยั้งหรือทำลายการเจริญของจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง โดยไม่ทำอันตรายต่อผู้ใช้

ตัวอย่างสารปฏิชีวนะที่สร้างจากแบคทีเรีย เช่น สเตราปิโตไมซิน คลอเตตราไซคลิน หรือ ออริโอไมซิน ออกซีเตตราไซคลิน หรือเทอราไมซิน คลอแรมเฟนิคอล อิริโทรไมซิน แอมโฟเทอริซิน บาซิตราซิน เป็นต้น

การผลิตวัคซีนเป็นวิธีป้องกันโรควิธีหนึ่ง โดยกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นเอง การควบคุมโรคติดเชื้อจึงจำเป็นต้องผลิตวัคซีนจำนวนมากซึ่งผลิตในลักษณะเป็นการค้า วัคซีนที่ฉีดเข้าไปก็คือ แอนติเจนที่เราสนใจใส่เข้าไป เพื่อให้ร่างกายสร้างแอนติบอดีที่จำเพาะกับแอนติเจนนั้นๆ ภูมิคุ้มกันจะอยู่ในร่างกายได้นานเท่าใดขึ้นอยู่กับชนิดของแอนติเจนที่เข้าไปกระตุ้น เช่น วัคซีนที่เตรียมจากเชื้อตายแล้ว จะมีภูมิคุ้มกันได้จำกัดเพียง 6 เดือนถึง 2 ปี ได้แก่ วัคซีนไทฟอยด์ อหิวาตกโรค ไอกรน โรคพิษสุนัขบ้า ไข้หวัดใหญ่ ส่วนวัคซีนที่เตรียมจากเชื้อที่มีชีวิตหรือเชื้อที่อ่อนกำลังลงจะให้ผลคุ้มกันในระยะเวลานาน ไข้แก่ วัคซีนโปลิโอชนิดกิน หัด หัดเยอรมัน คางทูม นอกจากนี้ยังใช้ทอกซินที่หมดพิษแล้ว ที่เรียกว่า ทอกซอยด์ มาทำเป็นวัคซีนได้ เพราะยังสามารถกระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันได้ เช่น ทอกซอยด์ของโรคคอตีบ และบาดทะยัก แอนติบอดีจะถูกสร้างขึ้นโดยพลาสมาเซลล์ (plasma cell) ที่เปลี่ยนแปลงมาจากบีลิมโฟไซต์ (B lymphocyte) เมื่อแอนติบอดีจับกับแอนติเจนแล้วจึงกระตุ้นให้มีเม็ดเลือดขาวชนิดฟาโกไซโตมาจับกินด้วยวิธี ฟาโกไซโทซิส (Phagocytosis) การที่แอนติบอดีจับกับแอนติเจนที่จำเพาะเจาะจงนั้น จึงทำให้แอนติบอดี ป้องกันโรคได้เพียงชนิดเดียว เมื่อเชื้อโรคถูกกำจัดออกไปแล้ว แอนติบอดีจะลดคณ้อยลง พลาสมาเซลล์จะเปลี่ยนเป็นเมมโมรีเซลล์ (memory cell) ซึ่งมีอายุยืนกว่า และจะเปลี่ยนกลับไปเป็นพลาสมาเซลล์ เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแอนติเจน หรือเชื้อชนิดเดิมอีกเป็นครั้งที่สอง ทำให้สร้างแอนติบอดีได้ปริมาณมากกว่า และรวดเร็วกว่า จึงทำลายเชื้อโรคนั้นได้ทันทั่วทั้ง

การสร้างจุลินทรีย์ชนิดใหม่ โดยเทคนิคพันธุวิศวกรรม

ความต้องการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ๆ ของจุลินทรีย์เพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตร อุตสาหกรรมและทางการแพทย์ ทำให้เกิดการค้นหายุติพันธุ์ชนิดใหม่เรื่อยๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่กระบวนการเหล่านั้น การพัฒนาให้ได้จุลินทรีย์สายพันธุ์ใหม่ๆ ที่มีความสามารถสูง สามารถให้ปฏิกิริยาได้เร็ว ให้ผลผลิตจำนวนมาก อาจทำได้โดยการปรับปรุงอาหารเลี้ยงเชื้อ สภาพแวดล้อมในการเลี้ยงเชื้อ การทำให้เกิดมิวเตชัน เพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่ ปัจจุบันมีเทคนิคการตัดต่อยีนในจุลินทรีย์ ที่เรียกว่า เทคนิครีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ (recombinant DNA technology) หรือพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) ทำให้สามารถตัดต่อยีนที่ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งและนำไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมักเป็นจุลินทรีย์ ทำให้เพิ่มยีนนั้นขึ้นมากมายและเพิ่มผลผลิตได้ตามต้องการ

เทคนิคพันธุวิศวกรรม เป็นการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมโดยการตัดต่อยีนหรือ DNA โดยอาศัยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ซึ่งทำหน้าที่ตัด DNA ตรงบริเวณที่มีลำดับเบสเฉพาะเจาะจง เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดจะทำหน้าที่ตัด DNA ตรงจุดตัดจำเพาะต่างๆ กัน ดังนั้นจึงอาจนำยีนของคน สัตว์ พืช จุลินทรีย์ มาตัดต่อกับ DNA ของสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น แบคทีเรียโอฟาจ (ไวรัสของแบคทีเรีย) พลาสมิดของแบคทีเรีย (พลาสมิด คือ DNA วงกลมขนาดเล็กที่อยู่ นอกโครโมโซมปกติของแบคทีเรีย) ซึ่งทำหน้าที่เป็นพาหะ (vector) ให้ได้ DNA ลูกผสมหรือ รีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ แล้วจึงนำ DNA ลูกผสมใส่เข้าไปในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง (ซึ่งมักเป็นแบคทีเรีย) เพื่อให้สิ่งมีชีวิตนั้นสร้างสารผลิตภัณฑ์หรือ โปรตีนที่ต้องการในปริมาณมาก

จากเทคนิคพันธุวิศวกรรมช่วยให้เกิดผลดีต่ออุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ อุตสาหกรรมเกี่ยวกับยา เพราะเทคนิคนี้ช่วยให้คัดเลือกได้ลักษณะที่ต้องการและสร้างได้ปริมาณมาก **ประโยชน์ของพันธุวิศวกรรม** จึงนำมาใช้ในการปรับปรุงสุขภาพ ความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การผลิตฮอร์โมนที่สำคัญบางชนิด และมีความต้องการสูง เช่น อินซูลินที่ใช้รักษาโรคเบาหวาน โกรทฮอร์โมน ที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต อินเตอร์เฟียร์รอน (Interferon) ที่ช่วยให้ร่างกายมีความต้านทานต่อไวรัส ปัจจุบันการผลิตฮอร์โมนดังกล่าวทำในแบคทีเรียและยีสต์

การผลิตวัคซีน เช่น วัคซีนป้องกันโรคตับอักเสบบี (Hepatitis B vaccine) วัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยในสัตว์ (foot and mouth disease vaccine) วัคซีนโรคกลัวน้ำ (Rabies vaccine) เป็นต้น การผลิตวัคซีนโดยวิธีนี้ นอกจากจะได้ปริมาณมากมายแล้ว ยังได้วัคซีนที่ดีกว่า โดยการกำจัดส่วนของแอนติเจนที่เป็นพิษทิ้งไป ทำให้ได้วัคซีนที่ดีและปลอดภัยมากขึ้น

การปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการสร้างผลผลิตสูงเพื่อนำไปใช้ใน อุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การผลิตสารปฏิชีวนะ วิตามิน กรดอะมิโน ให้ได้ปริมาณมาก หรือปรับปรุงสายพันธุ์ จุลินทรีย์ที่ใช้กำจัดแมลงศัตรูพืช ศัตรูสัตว์ การสร้างจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายคราบไขมัน และจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจน ให้กับธัญพืช เพื่อเป็นการปรับปรุงดินด้วย

ความสำคัญของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กมากนั้น แต่ละเซลล์จะมีกระบวนการต่างๆ ของชีวิตเกิดขึ้นได้ภายในเซลล์เดียว กระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้ส่วนใหญ่ก็เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ตัวมันเอง เช่น ยีสต์ มีการเปลี่ยนแปลงอาหารให้เป็นพลังงานด้วย กระบวนการหมัก (fermentation) ขณะเดียวกันก็ได้ผลผลิตเกิดขึ้น คือ เอทิลแอลกอฮอล์ที่เรานำไปใช้ประโยชน์ได้ มีจุลินทรีย์จำนวนมากที่มีความสำคัญในการผลิตสารต่างๆ ที่มีประโยชน์และช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน กระบวนการต่างๆ ดังต่อไปนี้

การผลิตอาหาร

อาหารและเครื่องดื่มหลายชนิดที่เกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ ซึ่งมนุษย์เราสามารถใช้ประโยชน์มาเป็นเวลานานแล้ว อาหารที่เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ เรียกว่า อาหารหมัก (fermented food) เช่น กะหล่ำปลีดอง แดงกวาดอง ไข่ กรอก เกิดจากการกระทำของแบคทีเรียที่สร้างกรดแล็กติก เป็นส่วนใหญ่ แบคทีเรียเหล่านี้อาจมีอยู่ตามธรรมชาติ บนอาหารหรือเราตั้งใจใส่เชื้อนั้นลงในอาหาร

ผลิตภัณฑ์นมหมัก (fermented milk) มีหลายชนิด ได้แก่ นมเปรี้ยว เนยแข็ง นมเปรี้ยวซึ่งมีรสเปรี้ยวเกิดจากการหมักนมพาสเจอร์ไรส์ด้วยแบคทีเรียที่สร้างกรดแล็กติก จึงสามารถหมักน้ำตาลแล็กโทสให้เป็นกรดแล็กติกได้ และกรดนี้ไปทำให้โปรตีนในนมตกตะกอนเป็นลิ่มเล็กๆ ที่เรียกว่า เคิร์ด (curd) มีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน ผลิตภัณฑ์นมหมักที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่ โยเกิร์ต นมบัตเตอร์ นมคีเฟอร์ เป็นต้น

โยเกิร์ต (yogurt) เป็นนมเปรี้ยวที่เชื่อว่าดื่มแล้วอายุยืน ทั้งชนิดกึ่งแข็งและเหลว ใช้เชื้อเริ่มต้น (starter) คือ Streptococcus thermophilus และ Lactobacillus bulgaricus เติมนมพาสเจอร์ไรส์และบ่มไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 43 องศาเซลเซียส 7 - 8 ชั่วโมง จนวัดความเป็นกรดได้ 0.9 % และทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว เพื่อหยุดปฏิกิริยาการหมัก

ผลิตภัณฑ์อื่นที่ทำจากนม ได้แก่ เนยเหลว (butter) ซึ่งทำจากไขมันในนม โดยนำนมมาปั่น ไขมันจะรวมตัวเป็นเม็ด แล้วกรองเอาส่วนที่เป็นน้ำออก นำไขมันมาเติมเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Streptococcus lactis* ร่วมกับ *Leuconostoc citrovorum* ซึ่งทำให้เนยเหลวมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว ส่วนการทำเนยแข็ง (cheese) ซึ่งมีแตกต่างกันหลายชนิด นั้นจะมีการเติมแบคทีเรีย ซึ่งเป็นเชื้อคั้นต่อต่างชนิดกัน เช่น *S. lactis* หรือ *Streptococcus cremoris* ทำให้ได้เนยแข็งต่างชนิดกัน แต่ละชนิดมีรสชาติและเนื้อของเนยที่แตกต่างกัน กรดที่แบคทีเรียแต่ละชนิดสร้างขึ้น จะช่วยให้นมจับตัวเป็นก้อนเคิร์ด หลังจากนั้นมีการเติมเอนไซม์เรนินลงไป เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาการแข็งตัวของนม ทำให้แยกส่วนที่เป็นน้ำหรือหางนมออก ส่วนน้ำนี้เรียกว่าเวย์ (whey) แล้วจึงบีบเอาส่วนหางนมออกทำให้เนยแข็งขึ้น โดยนำไปไล้ความชื้นและใส่เกลือ เพื่อคั้นน้ำออกและช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ ที่ไม่ต้องการ หลังจากนั้นจึงนำไปบ่มด้วยแบคทีเรียหรือรา

การทำขนมปัง อาศัยจุลินทรีย์จำพวกยีสต์ใส่ลงในแป้งที่จะทำขนมปังแล้วนวด ยีสต์จะเกิดกระบวนการหมักให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแป้งอัมก้าซันไว้ จึงทำให้แป้งอ่อนนุ่มและพองตัว แป้งขนมปังที่ขึ้นฟูนี้เรียกว่า โด (dough) เมื่อนำแป้งไปอบ จึงทำให้ขนมขึ้นฟู การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่ดีจะทำให้ขนมปังมีกลิ่นรสที่ดีและสามารถหมักน้ำตาลได้มากและรวดเร็ว คุณภาพของขนมปังนอกจากขึ้นกับการเลือกชนิดยีสต์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับสภาพการบ่มเชื้อและชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ด้วย

การผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์ ไชเดอร์ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ ไชเดอร์ทำจากแอปเปิล ไวน์ทำจากองุ่น เบียร์ทำจากข้าวบาเลย์ จุลินทรีย์ที่ใช้ คือ ยีสต์ ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลในพืชหรือผลไม้ให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเกิดการเปลี่ยนแปลงกับสารอื่นๆ ทำให้ได้รสชาติดี เครื่องดื่มแอลกอฮอล์แต่ละชนิดมีรสชาติต่างกัน เนื่องจากใช้วัตถุดิบ วิธีการและสายพันธุ์ยีสต์ที่ต่างกัน

การผลิตเบียร์ อาศัยยีสต์ในกระบวนการหมัก วัตถุดิบที่ใช้ คือ ข้าวมอลต์ที่กำลังงอก (barley malt) และแป้ง (starch adjuncts) ผสมกับน้ำอุ่น หลังจากปล่อยให้เอนไซม์ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลแล้วจะได้น้ำเวิร์ท (wort) ออกมา เอามากรองและต้มกับดอกฮอป (hops) เพื่อให้ น้ำเวิร์ทเข้มข้น มีรสชาติเพิ่มขึ้นและทำลายจุลินทรีย์ แล้วนำมาหมักด้วยยีสต์ ซึ่งจะหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และ คาร์บอนไดออกไซด์ และเกิดการเปลี่ยนแปลงกับโปรตีนและสารอื่นๆ ทำให้เกิดรสชาติที่ดี

การผลิตน้ำส้มสายชูหมัก ที่ใช้เป็นเครื่องปรุงรส ผลิตจากวัตถุดิบพวกแป้งและน้ำตาล เช่น น้ำผลไม้ น้ำเชื่อมกากน้ำตาล โดยมีการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอน คือ การหมักน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ในสภาพไม่ใช้ออกซิเจน โดยอาศัยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* และขั้นตอนที่สองเป็นการออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดน้ำส้ม หรือกรดอะซิติก โดยแบคทีเรีย *Acetobacter* และ *Gluconobacter*

การผลิตอาหารจากจุลินทรีย์ จุลินทรีย์พวกแบคทีเรีย ยีสต์ สาหร่าย อาจใช้เป็นแหล่งอาหารของมนุษย์และสัตว์ได้ จุลินทรีย์เหล่านี้เจริญได้รวดเร็ว ทำให้ได้ผลผลิต คือ โปรตีนจำนวนมากและมีคุณภาพดี เพราะประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็นและวิตามินปริมาณสูง อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์อาจใช้ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมของเสียจากโรงงานกระดาษ กากน้ำตาลจากอ้อย วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร หางนํ้านมหรือเวย์จากอุตสาหกรรมนม เป็นต้น จึงทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงและเป็นการกำจัดของเสียที่ทำให้เกิด มลภาวะได้อีกด้วย การผลิตอาหารจากจุลินทรีย์เซลล์เดียว จึงเรียกว่า กระบวนการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว (Single Cell Protein, SCP) ตัวอย่างแบคทีเรียที่นำมาใช้

ประโยชน์ ได้แก่ *Pseudomonas* spp. ข้อดีของการใช้แบคทีเรียเป็นโปรตีนเซลล์เดียว คือ ใช้วัตถุดิบได้หลายชนิดในการเลี้ยง มีช่วงชีวิตสั้นและผลิตโปรตีนปริมาณมาก แต่ก็มีข้อเสีย คือ เซลล์มีขนาดเล็ก เก็บเกี่ยวผลผลิตยากและมีปริมาณกรดนิวคลีอิกอยู่มากทำให้รบกวนทางเดินอาหาร นิยมใช้ยีสต์ผลิตเป็นโปรตีนเซลล์เดียวมากกว่า เนื่องจากมีปริมาณกรดนิวคลีอิกต่ำกว่า เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่ายกว่า เจริญในอาหารตั้งต้น (ซบสเตรต) ที่มี pH ต่ำ และยอมรับยีสต์เป็นอาหารมากกว่าและยังมีวิตามินปริมาณสูงด้วย ยีสต์ที่นิยมใช้ ได้แก่ *Candida utilis* ส่วนจุลินทรีย์อื่นๆ ที่ใช้เป็นอาหาร ได้แก่ สาหร่ายน้ำจืด และสาหร่ายทะเลหลายชนิด เช่น เทา หรือเทาน้ำ หรือผักไถ่ ก็คือ สาหร่ายน้ำจืด สไปโรไจรา (*Spirogyra*) สาหร่ายคลอเรลลา (*Chlorella*) ให้โปรตีนสูงมากถึง 55% ไขมัน 7.5% คาร์โบไฮเดรต 17.8% นอกจากนี้ยังมีวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) วิตามินบี 1 (ไทอามีน) วิตามินบี 2 (ไรโบฟลาวิน) ไนอะซิน และวิตามินบี 6 (ไพริดอกซิน) ซีนี เดสมัส (*Scenedesmus*) เป็นสาหร่ายสีเขียวอีกชนิดหนึ่งที่ให้โปรตีนมากกว่า 50% ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมากกว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองเสียอีก (ถั่วเหลืองให้โปรตีน 34.5%) ยังมีไซยาโนแบคทีเรีย คือ สไปรูไลนา (*Spirulina*) ที่มีโปรตีนสูงมากถึง 63-68% คาร์โบไฮเดรต 18-20% ไขมัน 2-3% ส่วนสาหร่ายทะเลหลายชนิดที่ใช้เป็นอาหารได้ ได้แก่ อุลวา (*ulva*) หรือผักกาดหอมทะเล และเอนเทอโรมอร์ฟา (*Enteromorpha*) ที่ทางภาคใต้นำมาเป็นอาหาร สาหร่ายสีน้ำตาลพวกซาร์กัสซัม (*Sargassum*) หรือเรียกว่าสาหร่ายทุ่นหรือสาหร่ายใบและพาไดนา (*Padina*) หรือสาหร่ายพัด พวกสาหร่ายสีแดงที่ใช้เป็นอาหารได้ ได้แก่ พอร์ไฟรา (*Porphyra*) หรือจีฉาย เกล็ดเดียม (*Gelidium*) หรือสาหร่ายวุ้น กราซิลาเรีย (*Gracilaria*) หรือสาหร่ายพมนาง เป็นต้น

การผลิตผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมหลายชนิดที่เกิดจากการกระทำของแบคทีเรีย ได้แก่การผลิตกรดแล็กติก ที่ใช้รักษาโรคขาดแคลเซียม ในรูปแคลเซียมแล็กเตต (*calcium lactate*) รักษาโรคโลหิตจาง โดยใช้ในรูปไอเอินแล็กเตต, (*iron lactate*) และใช้เป็นตัวทำลายแลคเกอร์ในรูปเอ็นบิวทิลแล็กเตต (*N-butyl lactate*)

การผลิตกรดแล็กติก ใช้วัตถุดิบพวกแป้งข้าวโพด มันฝรั่ง กากน้ำตาล หางนมที่ได้จากอุตสาหกรรมนม ถั่ววัตถุดิบเป็นแป้งจะถูกย่อยเป็นกลูโคสก่อนด้วยกรดหรือเอนไซม์ ชนิดของแบคทีเรีย ที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ เช่น ใช้เชื้อ *L. bulgaricus* เมื่อใช้หางนมเป็นวัตถุดิบ บางครั้งอาจต้องเติมสารประกอบไนโตรเจนหรือสารอื่นเพื่อช่วยให้เชื้อเจริญได้ดี ระหว่างการหมักจะเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เพื่อทำปฏิกิริยากับกรดแล็กติกให้เป็นกลาง ได้แคลเซียมแล็กเตต หลังจากนั้นจึงแยกแคลเซียมแล็กเตตออกมาและทำให้เข้มข้นขึ้น

การผลิตกรดซิตริกหรือกรดส้ม ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นเครื่องปรุงรสอาหาร ในอุตสาหกรรมน้ำหมึก สี ย้อม และใช้ในวงการแพทย์ มีเชื้อราหลายชนิดที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดส้มได้ แต่ที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ *Aspergillus niger*

การผลิตกรดอะมิโน จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนจากสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งอาจสังเคราะห์ได้มากเกินความต้องการ จึงขับออกมาในอาหารเลี้ยงเชื้อ จุลินทรีย์บางชนิดสังเคราะห์กรดอะมิโนได้มาก

จนผลิตเป็นการค้าได้ เช่น แอล-ไลซีน (L-lysine) ผลิตโดยเชื้อ *Enterobacter aerogenes* กรดแอส-กลูตามิก (L-glutamic acid) โดยแบคทีเรีย *Micrococcus*, *Arthrobacter* เป็นต้น

การผลิตเอนไซม์ มีราและแบคทีเรียหลายชนิดที่สังเคราะห์เอนไซม์และขับออกจากเซลล์มาอยู่ในอาหาร ในทางอุตสาหกรรม สามารถเลี้ยงเชื้อราและแบคทีเรียให้สร้างเอนไซม์และทำให้เอนไซม์บริสุทธิ์ได้ เช่น

เอนไซม์อะไมเลส (Amylase) ได้จาก *Rhizopus delemar*, *Mucor rouxii*, *Aspergillus oryzae* ใช้ย่อยแป้งให้เป็นเดกซ์ทรินและน้ำตาล จึงใช้เอนไซม์นี้ในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล เพื่อการผลิตแอลกอฮอล์ ใช้ในการทำไวน์ เบียร์ และน้ำผลไม้ใสขึ้น

เอนไซม์อินเวอร์เทส (Invertase) ได้จากยีสต์ *S. cerevisiae* ใช้ย่อยซูโครสให้เป็นกลูโคสกับฟรุกโทส จึงใช้ในอุตสาหกรรมทำลูกกวาด ไอศกรีม

โปรตีเอส (Protease) เป็นคำเรียกเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน ซึ่งมีหลายชนิด ได้จาก *Bacillus subtilis* และ *A. oryzae* ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหนัง การทำกาว การทำให้เนื้อนุ่ม ทำให้เครื่องดัดไม้

เอนไซม์เพกทิเนส (Pectinase) ได้จาก *Aspergillus niger*, *Penicillium spp.*, *Rhizopus spp.* ใช้ในการทำให้น้ำผลไม้ใส และย่อยเพกทินในการแช่दनแฟลกซ์ เพื่อทำผ้าลินิน

การผลิตเชื้อเพลิง

การเกิดเชื้อเพลิงธรรมชาติในรูปถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติต้องใช้เวลานับล้านๆ ปี โดยเกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ที่ตายรวมกันเป็นตะกอน โดยอาศัยอุณหภูมิสูงและแรงกดดัน รวมทั้งการกระทำของจุลินทรีย์ เชื้อเพลิงซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติชนิดสิ้นเปลืองกำลังลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่โลกมีความต้องการพลังงานจากเชื้อเพลิงมากขึ้น จึงอาจเกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ทั่วโลกจึงหันมาสนใจหาแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งมีหลายแบบ แบบหนึ่ง คือ การผลิตเชื้อเพลิงโดยอาศัยจุลินทรีย์ เชื้อเพลิงชนิดนี้ ได้แก่ แอลกอฮอล์ และมีเทน

จุลินทรีย์จำพวกยีสต์ สามารถเกิดกระบวนการหมักสารคาร์โบไฮเดรตให้ได้แอลกอฮอล์ เพื่อใช้ทำเครื่องดื่ม ดังได้กล่าวแล้ว นอกจากนี้แอลกอฮอล์ยังใช้เป็นตัวทำละลายที่ดีด้วยและยังสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ โดยการผสมแอลกอฮอล์ประมาณ 10-15% กับน้ำมันที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (Gasohol)

พลังงานอีกชนิดหนึ่งได้จากก๊าซชีวภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ที่ได้จากการหมักมูลสัตว์และของเสียจากสัตว์ โดยรวบรวมของเสียเหล่านี้ใส่ในถังหมักที่มีเชื้อ จุลินทรีย์อยู่ ทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาในที่ไม่มีอากาศ จุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์ในของเสียไปและเกิดก๊าซมีเทนขึ้น ก๊าซนี้ นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการปรุงอาหารและกระบวนการอื่นๆ ที่ต้องการใช้ความร้อน ของเหลือจากถังหมัก เมื่อสะสมมากๆ ยังนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ ปัจจุบันครอบครัวตามชนบทมีการทำเชื้อเพลิงแบบนี้ใช้เอง

การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ทั้งวิธีทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพเป็นการบำบัดขั้นต้น เพื่อกำจัดสารแขวนลอยขนาดใหญ่ออกด้วยการตกตะกอน แยกด้วยตะแกรงแยกขยะ การกรอง การหมุนเหวี่ยง เป็นต้น ส่วนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี เช่น การออกซิเดชัน รีดักชัน โดยการเติมสารเคมีไปทำปฏิกิริยาลดหรือเพิ่มออกซิเจน ให้กับสารที่ต้องการกำจัด เพื่อให้เปลี่ยนเป็นสารประกอบรูปอื่นที่ไม่

เป็นพิษ แล้วจึงตกตะกอนแยกออกไป วิธีนี้มักใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนน้ำทิ้งจากบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารอินทรีย์มาก เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานน้ำตาล โรงงานเบียร์ ต้องใช้กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ โดยอาศัยจุลินทรีย์ที่เติมให้หรือ จุลินทรีย์ในธรรมชาติมาย่อยสลายสารอินทรีย์ การบำบัดน้ำเสียแบบนี้มีหลายระบบ เช่น ระบบแอกติเวเตดสลัดจ์ (Activated sludge process) เป็นระบบที่ให้อากาศแก่น้ำเสีย โดยการกวนน้ำแรงๆ หรือทำให้น้ำเคลื่อนไหวเพื่อรับอากาศและให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสารอินทรีย์ ซึ่งเมื่อถูกย่อยแล้วมีลักษณะเป็นคอลลอยด์ เรียกว่า ฟล็อก (floc) และมีจุลินทรีย์อยู่มาก ฟล็อกนี้จะทิ้งให้ตกตะกอนเพื่อนำไปบำบัดต่อไป โดยการย่อยในสภาพไร้อากาศ (anaerobic sludge digestion) หรืออาจนำไปเติมให้น้ำเสียที่ไหลเข้ามาใหม่ๆ พร้อมทั้งกวนแรงๆ จะทำให้เกิดฟล็อกได้เร็วขึ้น ฟล็อกที่ตกตะกอนแล้ว เรียกว่า แอกติเวเตดสลัดจ์ (activated sludge) ซึ่งมีจุลินทรีย์จำนวนมาก เช่น ยีสต์ รา โพรโทซัว และแบคทีเรีย วิธีนี้ใช้กันมาก หลังจากทิ้งให้จุลินทรีย์ย่อยสารอินทรีย์แล้วจึงส่งน้ำไปยังถังตกตะกอน น้ำที่ปล่อยทิ้งจะมีค่า BOD ลดลงมาก

อีกระบบหนึ่ง เรียกว่า ทรिकกลิงฟิลเตอร์ (trickling filter) อาศัยหลักการกรองโดยปล่อยให้ น้ำเสียไหลลงมาตามชั้นหิน กรวด หรือวัสดุสังเคราะห์ชั้นเล็กๆ ที่เรียงซ้อนกันเป็นแผ่น โดย อาจพ่นน้ำเสียให้เป็นฝอยขึ้นไปในอากาศก่อนเพื่อรับออกซิเจน ที่ชั้นหินจะมีจุลินทรีย์เคลือบติดอยู่เป็นฟิล์มบางๆ ซึ่งประกอบด้วยแบคทีเรีย รา โพรโทซัวและสาหร่าย เมื่อน้ำเสียไหลผ่านชั้นหินที่มีจุลินทรีย์ สารอินทรีย์จากน้ำเสียจึงเป็นอาหารให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายจนได้สารที่มีโมเลกุลเล็กและสามารถปล่อยทิ้งได้ โดยไม่เกิดการเน่าเสียโดยจุลินทรีย์พวกอื่นอีก

ระบบที่พึ่งพาธรรมชาติมากที่สุด คือ ระบบบ่อออกซิเดชัน (oxidation pond) ซึ่งต้องใช้พื้นที่ผิวมากและใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติทำการย่อยสารอินทรีย์เอง โดยใช้ ออกซิเจนจากธรรมชาติ หรือ ได้จากสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ทำการสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจนที่จำเป็นสำหรับแบคทีเรียนำไปใช้ ส่วนสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ถ้าเจริญมากๆ ยังนำไปทำปุ๋ย หรือนำไปเลี้ยงสัตว์ได้ จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน

จุลินทรีย์ในดินพวกแบคทีเรียและเห็ดราชนิดต่างๆ ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์จากซากสิ่งมีชีวิตให้กลายเป็นสารอนินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ได้สารอาหารจากซากเหล่านั้น และนำไปใช้ประโยชน์ ขณะเดียวกันสารอินทรีย์ที่สลายเป็นสารอนินทรีย์ ก็เป็นสารอาหารของพืชที่ดูดซึมไปสร้างเนื้อเยื่อพืชได้ ดังนั้น ถ้าขาดจุลินทรีย์ในดิน จะทำให้ดินขาดสารอาหาร และพืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ จุลินทรีย์ในดิน จึงเกี่ยวข้องกับวัฏจักรของสารต่างๆ ในธรรมชาติ เช่น วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรคาร์บอน วัฏจักรซัลเฟอร์ เป็นต้น

ในอากาศมีก๊าซไนโตรเจนอิสระอยู่ถึง 78% แต่พืชไม่สามารถนำไปสร้างโปรตีนในเซลล์ได้ พืชได้รับไนโตรเจนในรูปเกลือไนเตรตที่รากดูดขึ้นมาจากดิน แต่จุลินทรีย์บางชนิดมีความสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศแล้วเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบไนเตรต จุลินทรีย์เหล่านี้บางชนิดอยู่ร่วมกับรากพืช เช่น แบคทีเรียชื่อ ไรโซเบียม (Rhizobium) อยู่ร่วมกับรากพืชตระกูลถั่วแบบพึ่งพาอาศัยแบคทีเรียบางชนิดตรึงก๊าซไนโตรเจนแบบอิสระได้ เช่น *Rhodospirillum rubrum*, *Rhodopseudomonas vannielii* หรือ ไซยาโนแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำ เช่น *Anabaena* spp., *Nostoc* spp., *Oscillatoria* spp. เมื่อตรึงก๊าซไนโตรเจนแล้วจะเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนีย และพืชนำไปใช้เปลี่ยนเป็นโปรตีนในพืช เมื่อพืชถูกสัตว์กินจะเปลี่ยนเป็นโปรตีนในสัตว์ เมื่อพืชและสัตว์ตายลงรวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากสัตว์จะทับถมลงดิน โปรตีนและกรดนิวคลีอิกจะถูกย่อยโดยแบคทีเรียบางชนิดในดินได้กรดอะมิโน ซึ่งถูกย่อยต่อไปเป็นแอมโมเนีย แอมโมเนียอาจจะหายออกจากดินหรือละลายน้ำกลายเป็นเกลือแอมโมเนียม (NH_4^+) หรือถูกพืชและ

จุลินทรีย์นำไปใช้และอาจเปลี่ยนต่อไปเป็นไนไตรต์ (NO₂⁻) และไนเตรต (NO₃⁻) ไนเตรตที่ผลิตโดยจุลินทรีย์จึงเป็นปุ๋ยให้แก่พืชได้

จุลินทรีย์เป็นสาเหตุของโรค

มีจุลินทรีย์หลายร้อยชนิดที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคแก่คน สัตว์ พืชและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ จุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดโรคแก่สิ่งมีชีวิตที่มันเข้าไปอาศัยอยู่หรือที่เรียกว่าโฮสต์ได้นั้นจะต้องมีกลไกที่จะเอาชนะระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายโฮสต์ แต่ถ้าโฮสต์มีความต้านทานสูงกว่า จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ เหล่านั้นได้และไม่เกิดโรคขึ้น

ปัจจัยที่ทำให้จุลินทรีย์สามารถก่อโรคได้ ขึ้นอยู่กับสารพิษ (toxin) ที่มันสร้างขึ้น ซึ่งอาจทำลายเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายโฮสต์ หรือทำลายเนื้อเยื่อ เช่น เนื้อเยื่อประสาท นอกจากนี้จุลินทรีย์ยังมีสารบางอย่างและเอนไซม์ที่ย่อยสลายส่วนประกอบของเนื้อเยื่อโฮสต์ ทำให้มันบุกรุกเข้าเนื้อเยื่อโฮสต์ และทำอันตรายโฮสต์ได้

ตัวอย่างโรคของคนที่เกิดจากแบคทีเรีย เช่น ปอดบวม *Diplococcus pneumoniae*, วัณโรค *Mycobacterium tuberculosis*, โรคเรื้อน *Mycobacterium leprae*, บาดทะยัก *Clostridium tetani*, อหิวาตกโรค *Vibrio cholerae*, ไทฟอยด์ *Salmonella typhi*, บิด *Shigella dysenteriae*, ซิฟิลิส *Treponema pallidum*, คอตีบ *Corynebacterium diphtheriae*, ไอกรน *Bordetella pertussis* เป็นต้น

โรคที่เกิดจากไวรัส ได้แก่ โรคกลัวน้ำหรือโรคพิษสุนัขบ้า *Rabies virus*, ไข้เลือดออก *Dengue virus*, ไขสันหลังอักเสบ (โปลิโอ) *Poliovirus*, หัด *Measles virus*, หัดเยอรมัน *Rubella virus*, คางทูม *Mump virus*, ไข้หวัด *Rhinovirus*, ไข้หวัดใหญ่ *Influenza virus*, เริม *Herpes simplex virus*, อีสุกอีใสและงูสวัด *Varicella - Zoster virus*, ฝีดาษ *Variola virus*, ตับอักเสบนชนิดเอ *Hepatitis A virus*, ตับอักเสบนชนิดบี *Hepatitis B virus*, เอชไอวี *Human immunodeficiency virus (HIV)* เป็นต้น

โรคที่เกิดจากเชื้อรา มีทั้งชนิดที่ทำให้เกิดโรคผิวหนังที่เยื่อผิวหนังชั้นนอกและเยื่อเมือกของเซลล์ชั้นนอก ๆ การติดเชื้อแบบนี้เรียกว่า โรคผิวหนังจากเชื้อรา (*Dermatomycoses* หรือ *Cutaneous mycoses*) เช่น โรคกลาก เคลื้อน ตามผิวหนัง เล็บ และผม เกิดจากเชื้อ *Microsporum*, *Trichophyton* และ *Epidermophyton* ส่วนพวกที่ทำให้เกิดโรคในเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังลงไป เรียกว่า *Deep mycoses* หรือ *Subcutaneous mycoses* เกิดจากเชื้อ *Blastomyces*, *Histoplasma*, *Sporotrichum* เป็นต้น

ผลิตสารปฏิชีวนะและวัคซีน

สารปฏิชีวนะ หมายถึง สารที่ใช้รักษาโรคต่างๆ โดยสร้างได้จากจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง เพื่อไปยับยั้งหรือทำลายการเจริญของจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง โดยไม่ทำอันตรายต่อผู้ใช้

ตัวอย่างสารปฏิชีวนะที่สร้างจากแบคทีเรีย เช่น สเตราปีโตไมซิน คลอเตตราไซคลิน หรือ ออริโอไมซิน ออกซีเตตราไซคลิน หรือเทอราไมซิน คลอแรมเฟนิคอล อิริโทรไมซิน แอมโฟเทอริซิน บาซิตราซิน เป็นต้น

การฉีดวัคซีนเป็นวิธีป้องกันโรควิธีหนึ่ง โดยกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นเอง การควบคุมโรคติดเชื้อจึงจำเป็นต้องผลิตวัคซีนจำนวนมากซึ่งผลิตในลักษณะเป็นการค้า วัคซีนที่ฉีดเข้าไปก็คือ แอนติเจนที่เราสนใจใส่เข้าไป เพื่อให้ร่างกายสร้างแอนติบอดีที่จำเพาะกับแอนติเจนนั้นๆ ภูมิคุ้มกันจะอยู่ในร่างกายได้นานเท่าใดขึ้นอยู่กับชนิดของแอนติเจนที่เข้าไปกระตุ้น เช่น วัคซีนที่เตรียมจากเชื้อตายแล้ว จะมีภูมิคุ้มกันได้จำกัดเพียง 6 เดือนถึง 2 ปี ได้แก่

วัคซีนไทพอยด์ อหิวาตกโรค ไอลกรน โรคพิษสุนัขบ้า ไข้หวัดใหญ่ ส่วนวัคซีนที่เตรียมจากเชื้อที่มีชีวิตหรือเชื้อที่อ่อนกำลังลงจะให้ผลคุ้มกันในระยะนาน ได้แก่ วัคซีนโปลิโอชนิดกิน หัด หัดเยอรมัน คางทูม นอกจากนี้ยังใช้ทอกซินที่หมดพิษแล้ว ที่เรียกว่า ทอกซอยด์ มาทำเป็นวัคซีนได้ เพราะยังสามารถกระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันได้ เช่น ทอกซอยด์ของโรคคอตีบ และบาดทะยัก แอนติบอดีจะถูกสร้างขึ้นโดยพลาสมาเซลล์ (plasma cell) ที่เปลี่ยนแปลงมาจากบีลิมโฟไซท์ (B lymphocyte) เมื่อแอนติบอดีจับกับแอนติเจนแล้วจึงกระตุ้นให้เม็ดเลือดขาวชนิดฟาโกไซต์มาจับกินด้วยวิธี ฟาโกไซโทซิส (Phagocytosis) การที่แอนติบอดีจับกับแอนติเจนที่จำเพาะเจาะจงนั้น จึงทำให้แอนติบอดี ป้องกัน โรคได้เพียงชนิดเดียว เมื่อเชื้อโรคถูกกำจัดออกไปแล้ว แอนติบอดีจะลดน้อยลง พลาสมาเซลล์จะเปลี่ยนเป็นเมมโมรีเซลล์ (memory cell) ซึ่งมีอายุยืนกว่า และจะเปลี่ยนกลับไปเป็นพลาสมาเซลล์ เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแอนติเจน หรือเชื้อชนิดเดิมอีกเป็นครั้งที่สอง ทำให้สร้างแอนติบอดีได้ปริมาณมากกว่า และรวดเร็วกว่า จึงทำลายเชื้อโรคนั้นได้ทันทั่วทั้ง

การสร้างจุลินทรีย์ชนิดใหม่ โดยเทคนิคพันธุวิศวกรรม

ความต้องการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ๆ ของจุลินทรีย์เพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตร อุตสาหกรรมและทางการแพทย์ ทำให้เกิดการค้นหายุติพันธุ์ชนิดใหม่เรื่อยๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่กระบวนการเหล่านั้น การพัฒนาให้ได้จุลินทรีย์สายพันธุ์ใหม่ๆ ที่มีความสามารถสูง สามารถให้ปฏิกิริยาได้เร็ว ให้ผลผลิตจำนวนมาก อาจทำได้โดยการปรับปรุงอาหารเลี้ยงเชื้อ สภาพแวดล้อมในการเลี้ยงเชื้อ การทำให้เกิดมิวเตชัน เพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่ ปัจจุบันมีเทคนิคการตัดต่อยีนในจุลินทรีย์ ที่เรียกว่า เทคนิครีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ (recombinant DNA technology) หรือพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) ทำให้สามารถตัดต่อยีนที่ต้องการจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งและนำไปใส่ในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมักเป็นจุลินทรีย์ ทำให้เพิ่มยีนนั้นขึ้นมากมายและเพิ่มผลผลิตได้ตามต้องการ

เทคนิคพันธุวิศวกรรม เป็นการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมโดยการตัดต่อยีนหรือ DNA โดยอาศัยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ซึ่งทำหน้าที่ตัด DNA ตรงบริเวณที่มีลำดับเบสเฉพาะเจาะจง เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดจะทำหน้าที่ตัด DNA ตรงจุดตัดจำเพาะต่างๆ กัน ดังนั้นจึงอาจนำยีนของคน สัตว์ พืช จุลินทรีย์ มาตัดต่อกับ DNA ของสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น แบคทีเรียโอเฟจ (ไวรัสของแบคทีเรีย) พลาสมิดของแบคทีเรีย (พลาสมิด คือ DNA วงกลมขนาดเล็กที่อยู่ นอกโครโมโซมปกติของแบคทีเรีย) ซึ่งทำหน้าที่เป็นพาหะ (vector) ให้ได้ DNA ลูกผสมหรือ รีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ แล้วจึงนำ DNA ลูกผสมใส่เข้าไปในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง (ซึ่งมักเป็นแบคทีเรีย) เพื่อให้สิ่งมีชีวิตนั้นสร้างสารผลิตภัณฑ์หรือโปรตีนที่ต้องการในปริมาณมาก

จากเทคนิคพันธุวิศวกรรมช่วยให้เกิดผลดีต่ออุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมเครื่องดื่มน้ำที่มีแอลกอฮอล์ อุตสาหกรรมเกี่ยวกับยา เพราะเทคนิคนี้ช่วยให้คัดเลือกได้ลักษณะที่ต้องการและสร้างได้ปริมาณมาก ประโยชน์ของพันธุวิศวกรรม จึงนำมาใช้ในการปรับปรุงสุขภาพ ความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การผลิตฮอร์โมนที่สำคัญบางชนิด และมีความต้องการสูง เช่น อินซูลินที่ใช้รักษาโรคเบาหวาน โกรทฮอร์โมน ที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต อินเตอร์เฟียร์รอน (Interferon) ที่ช่วยให้ร่างกายมีความต้านทานต่อไวรัส ปัจจุบันการผลิตฮอร์โมนดังกล่าวทำในแบคทีเรียและยีสต์

การผลิตวัคซีน เช่น วัคซีนป้องกันโรคตับอักเสบชนิด บี (Hepatitis B vaccine) วัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยในสัตว์ (foot and mouth disease vaccine) วัคซีนโรคกลัวน้ำ (Rabies vaccine) เป็นต้น การผลิตวัคซีนโดยวิธีนี้

นอกจากจะได้ปริมาณมากมายแล้ว ยังได้วัคซีนที่ดีกว่า โดยการกำจัดส่วนของแอนติเจนที่เป็นพิษทิ้งไป ทำให้ได้วัคซีนที่ดีและปลอดภัยมากขึ้น

การปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการสร้างผลผลิตสูงเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การผลิตสารปฏิชีวนะ วิตามิน กรดอะมิโน ให้ได้ปริมาณมาก หรือปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่ใช้กำจัดแมลงศัตรูพืช ศัตรูสัตว์ การสร้างจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายคราบไขมัน และจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนให้กับธัญพืช เพื่อเป็นการปรับปรุงดินด้วย

การอนุรักษ์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของจุลินทรีย์

จากคุณค่าและความสำคัญของจุลินทรีย์ทางด้านอาหาร เกษตร อุตสาหกรรม และการผลิตรักษาโรคดังกล่าวแล้ว จะเห็นว่าจุลินทรีย์เป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อความเป็นอยู่และมีความสุขที่ดีของมนุษย์ ซึ่งสมควรจะอนุรักษ์ชนิดพันธุ์ของจุลินทรีย์ไว้มิให้สูญหาย จุลินทรีย์ที่แยกได้จากธรรมชาติ ที่นำมาใช้ประโยชน์ มีทั้งที่เป็นสายพันธุ์ดั้งเดิม และพวกที่มีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์มาแล้ว เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดี สามารถสร้างสารและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้มาก แต่ในธรรมชาติก็มีจุลินทรีย์ อีกมากที่ยังไม่ได้ศึกษาและนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้นักอนุกรมวิธานทางด้านจุลินทรีย์มากขึ้น เพื่อให้มีการสำรวจและคัดแยก (isolate) จุลินทรีย์ชนิดใหม่ๆ จากธรรมชาติ เก็บรวบรวมจุลินทรีย์ เหล่านั้นและเก็บรักษาไว้มิให้สูญหาย โดยไม่ให้มีการปนเปื้อนกับเชื้ออื่น ไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะพันธุกรรม และเชื่อนั้นยังมีชีวิตรอดอยู่ได้ โดยยังคงสมบัติดั้งเดิมของเชื้อสายพันธุ์นั้นๆ

การเก็บรักษาจุลินทรีย์ไว้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนทางด้านจุลชีววิทยา ใช้ทางด้านอุตสาหกรรม ใช้ในการผลิตหรือเก็บเชื้อที่ได้จากการคัดเลือกสายพันธุ์เฉพาะที่ให้ผลผลิตสูง ส่วนนักอนุกรมวิธานเก็บรักษาเชื้อที่ได้จากการคัดแยกใหม่และรวบรวมจากแหล่งอื่นๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบ

การเก็บรักษาจุลินทรีย์อาจเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการของวิทยาลัย มหาวิทยาลัย สถาบันต่างๆ โรงพยาบาลหรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งอาจขาดบุคลากรและอุปกรณ์ในการเก็บ รวมทั้งขาดประสบการณ์ของวิธีการเก็บที่เหมาะสม และอาจทำให้จุลินทรีย์เหล่านั้นตายไปหรือสูญหายหรือสมบัติเปลี่ยนแปลงไป

การเก็บรักษาจุลินทรีย์ที่ดี ทำได้โดยเก็บไว้ใน ศูนย์เก็บรวบรวมเชื้อ หรือ ศูนย์เก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ (culture collection) ซึ่งเป็นการเก็บรักษาตัวเชื้อจุลินทรีย์ไว้ให้คงสมบัติดั้งเดิมของแต่ละสายพันธุ์ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ ภายหลัง นอกจากนี้ยังเป็นการเก็บรักษาพันธุกรรมของเชื้อให้คงเดิม การเก็บรักษาเชื้อไว้ในศูนย์ยังมีการควบคุมคุณภาพให้เชื้อบริสุทธิ์ ไม่ให้เกิดการปนเปื้อนกับเชื้ออื่น และเก็บให้เชื้อรอดชีวิตอยู่ เพื่อนำมาเลี้ยงให้เชื้อเพิ่มจำนวนภายหลังได้ โดยมีการทดสอบความบริสุทธิ์และการมีชีวิตอยู่ของจุลินทรีย์เป็นระยะๆ การเก็บจุลินทรีย์ไว้ในศูนย์ จึงเป็นการประกันสมบัติของเชื้อ ไม่ให้เปลี่ยนแปลงตามเวลาและสภาพแวดล้อม

หน้าที่ของศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์ จึงเป็นแหล่งเก็บรวบรวมรักษาเชื้อจุลินทรีย์ และเป็นแหล่งข้อมูลของทรัพยากรจุลินทรีย์ที่เก็บรักษาไว้ นับว่าศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์เป็นแหล่งอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรพันธุกรรมของจุลินทรีย์

ศูนย์เก็บรวบรวมจุลินทรีย์มีหลายประเภท ได้แก่ ศูนย์ส่วนบุคคลซึ่งพบอยู่ตามห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษาต่างๆ ส่วนศูนย์เฉพาะทางเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะด้านที่มีลักษณะพิเศษและมีจำนวนไม่มาก เช่น โรงงานผลิตเบียร์ โรงงานผลิตสารปฏิชีวนะ

ชนิดของจุลินทรีย์ที่เก็บรักษาไว้ในศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์ แบ่งตามประโยชน์ของ จุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทางด้านอนุกรมวิธาน เพื่อเก็บรักษาเชื้อไว้เปรียบเทียบกับเชื้อสายพันธุ์อื่น จุลินทรีย์ทางการแพทย์เก็บรักษาจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆ ไว้เปรียบเทียบในการรักษาและป้องกันโรค จุลินทรีย์ทางด้านอุตสาหกรรมเก็บรักษาจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เช่น การผลิตกรดซิตริก กรดอะมิโน สารปฏิชีวนะ การผลิตแอลกอฮอล์และขนมปัง เป็นต้น นอกจากนี้ยังเก็บรักษาจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตวัคซีนและเอนไซม์รวมทั้งเชื้อที่แยกได้ใหม่ในระหว่างการทำวิจัยเพื่อพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์ ที่สามารถทำงานได้ดีขึ้น และให้ผลผลิตที่มีคุณค่ามากขึ้น ส่วนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สารเก็บรักษาไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สารต่างๆ เช่น วิตามิน กรดอะมิโน สารปฏิชีวนะ นอกจากนี้ยังเก็บรักษาจุลินทรีย์ ที่ใช้ในการศึกษาและวิจัยในด้านต่างๆ เช่น พันธุศาสตร์ ชีวเคมี เป็นต้น

หลักการและเทคนิคการเก็บรักษาจุลินทรีย์

การเก็บรักษาจุลินทรีย์มีวัตถุประสงค์ เพื่อรักษาจุลินทรีย์ให้มีชีวิตรอดได้นาน โดยยังมีความบริสุทธิ์และไม่เปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรม วิธีการเก็บรักษาจุลินทรีย์มีหลายวิธี แต่มีหลักการสำคัญ คือ การหยุดหรือลดการเจริญเติบโตของเชื้อโดยควบคุมปัจจัยที่จำเป็นในการเจริญ เช่น การจำกัด อากาศ อุณหภูมิ สารอาหารและน้ำ การเก็บรักษาจุลินทรีย์แต่ละวิธีต้องทำให้เชื้อยังมีชีวิตรอดอยู่มากที่สุด คงลักษณะเดิมมากที่สุด และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรม

วิธีการเก็บรักษาจุลินทรีย์ โดยทั่วไป มี 4 วิธี คือ

การต่อเชื้อหรือการเปลี่ยนอาหารใหม่ (subculture) โดยเฉพาะเลี้ยงเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมและบ่มไว้ในสภาพที่เหมาะสม เมื่อถึงเวลาที่อาหารหมดจึงต่อเชื้อลงในอาหารใหม่ ทำเช่นนี้เรื่อยไป จุลินทรีย์จึงมีชีวิตรอดอยู่ได้ตลอดไป วิธีนี้มีข้อดี คือ ทำง่ายไม่ต้องอาศัยความชำนาญพิเศษ และอุปกรณ์ราคาถูก ไม่ต้องใช้เครื่องมือซับซ้อนสามารถใช้เก็บรักษาจุลินทรีย์ทั่วไป แต่มีข้อเสีย เช่น ต้องใช้เวลาและแรงงานมากในการเตรียมอาหารและการเพาะเชื้อ ถ้ามีเชื้อจำนวนมากและต้องใช้พื้นที่มากในการเก็บหลอดเชื้อ ในขณะที่ต่อเชื้อลงในอาหารใหม่อาจเกิดการปนเปื้อน (contaminate) จากเชื้ออื่น และเชื้ออื่นเจริญมากขึ้น จนทำให้เชื้อที่เก็บรักษาไว้ตายได้ นอกจากนี้ยังอาจเกิดความคิดพลาด ในการเขียนรหัสเชื้อทำให้สับสนเปลี่ยนสายพันธุ์กัน รวมทั้งการต่อเชื้อลงในอาหารใหม่เรื่อยๆ อาจทำให้เกิด การกลายพันธุ์และเปลี่ยนแปลงลักษณะเชื้อไป

การทำให้แห้ง (drying) โดยดึงน้ำออกและป้องกันไม่ให้เกิดความชื้นอีก เป็นการหยุดการเจริญของเชื้อ ส่วนใหญ่ใช้เก็บเชื้อราช้างทนต่อความแห้งได้ดี นอกจากนี้ยังใช้ได้กับยีสต์ และแบคทีเรียบางชนิด

การทำให้แห้งในวัสดุต่างๆ ได้แก่ ดิน ทราช ซิลิกาเจล เหมาะสำหรับใช้เก็บเชื้อรา หรือแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ การเก็บบนแผ่นกระดาษ (paper disc) ใช้กับเชื้อยีสต์บางชนิดและ สเตฟฟีโคค็อกไค หลังจากทำให้เชื้อและวัสดุแห้งแล้ว จึงเก็บในห่อพอลิเอทิลีนในภาชนะปิดไม่ให้อากาศเข้า การเก็บบนแท่งวัตถุแห้ง (predried plug) เช่น แป้ง เพปไทอน (peptone) หรือเดกซ์แทรน (dextran) ซึ่งจะดูดซับซัสเพนชันเชื้อไว้ แล้วจึงนำไปทำให้แห้ง และเก็บภายใต้

สูญญากาศ วิธีนี้ใช้ได้ดีกับเชื้อที่บอบบาง เช่น เชื้อโค โนเรีย และเชื้ออหิวาต์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการเก็บบนแผ่น เจลาติน (gelatin disc) โดยผสมเชื้อในอาหารเจลาตินเหลวนำไปหยดบนจานเลี้ยงเชื้อ และทำให้แห้งด้วยเครื่องปั๊ม สูญญากาศ หรือ ทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง เมื่อแผ่น เจลาตินดีสก์แห้งแล้ว จึงเก็บในหลอดที่ปลอดเชื้อ เมื่อต้องการ ใช้สามารถ นำมาใช้ได้ที่ละแผ่น โดยหย่อนลงในอาหารเหลวที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์นั้นๆ

การทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง (freeze drying หรือ lyophilization) เป็นการทำให้น้ำระเหยไปจากซัสเพนชันเชื้อที่ เยือกแข็งแล้ว โดยนำจุลินทรีย์ที่เจริญบนอาหารวุ้นมาผสมกับสารแขวนลอย (suspending medium) เช่น สกิมมิลค์ (skim milk) หรือกลูโคสซีรัม (glucose serum) แล้วนำไปเข้าเครื่องทำให้เซลล์แข็งตัวในสภาพสูญญากาศ น้ำใน เซลล์จะถูกดึงออกโดยการระเหิด จุลินทรีย์จะอยู่ในสภาพแห้งและแข็ง แต่ยังมีชีวิตอยู่และสามารถเก็บเชื้อ ไว้ได้ นานมากกว่า 10 ปี

ข้อดีของวิธีนี้ คือ เหมาะสำหรับการเก็บรักษาเชื้อจำนวนมากและเก็บรักษาได้นาน ส่วนข้อเสีย คือ มีค่าใช้จ่ายสูงใน การซื้ออุปกรณ์และเครื่องมือ

การเยือกแข็งหรือแช่แข็ง (freezing) เป็นการทำให้น้ำในเซลล์กลายเป็นน้ำแข็ง โดยการลดอุณหภูมิ การทำให้เซลล์ อยู่ในสภาพแข็งตัวเช่นนี้มีหลายวิธี ได้แก่ การเก็บบนเม็ดแก้ว (glass bead) ที่ -70°C โดยผสมเชื้อด้วยอาหารเหลว และกลีเซอรอลให้เป็นซัสเพนชัน หยดซัสเพนชันเชื้อบนเม็ดแก้ว แล้วเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -70°C เวลาจะ ใช้จึงตักเม็ดแก้วมาใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ อีกวิธีหนึ่ง คือ การเก็บไว้ในไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -196°C โดยเลี้ยง จุลินทรีย์บนอาหารวุ้นและเติมกลีเซอรอลหรือไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (Dimethyl sulphoxide DMSO) เพื่อป้องกัน เซลล์แตก แล้วถ่ายใส่หลอดเล็กๆ ปิดฝาให้สนิท นำเข้าเครื่องลดอุณหภูมิ เพื่อให้อุณหภูมิลดลงมาถึงจุดเยือกแข็งใน ระดับ -20°C ถึง -30°C แล้วจึงนำไปเก็บไว้ในถังบรรจุไนโตรเจนเหลวอุณหภูมิ -196°C

อย่างไรก็ตาม ในการเก็บรักษาจุลินทรีย์ ไม่มีวิธีใดวิธีเดียวที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ทุกชนิด การเก็บรักษาจุลินทรีย์ จึงควรคำนึงถึงชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเก็บ วัตถุประสงค์ในการเก็บ ความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์รวมทั้ง บุคลากรที่มีความชำนาญ และสิ่งสำคัญ คือ งบประมาณที่ใช้ในการเก็บรักษาจุลินทรีย์

การเก็บรักษาจุลินทรีย์ในประเทศไทย

ประเทศไทยได้จัดตั้งศูนย์เก็บรักษาและรวบรวมข้อมูลจุลินทรีย์ ขึ้นที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง ประเทศไทย และทำหน้าที่เป็นศูนย์ในระดับภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ โดยได้รับทุนอุดหนุนการจัดตั้งจากองค์การ ศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่ง สหประชาชาติ (UNESCO) และโครงการสิ่งแวดล้อมขององค์การ สหประชาชาติ (UNEP) ศูนย์นี้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 มีชื่อเรียกว่าศูนย์เก็บรักษาและรวบรวมข้อมูล จุลินทรีย์” (Microbiological Resources Center, MIRCEN) ชื่อย่อว่า ศูนย์กรุงเทพ โดยทำหน้าที่รวบรวมและจัดเก็บ จุลินทรีย์นอกถิ่นกำเนิดแบบถาวร ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ รา และสาหร่าย ที่มีประโยชน์และมีความสำคัญทางด้าน อุตสาหกรรม เกษตร และสิ่งแวดล้อม รวบรวมข้อมูลสายพันธุ์จุลินทรีย์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และจัดทำเอกสาร บัญชีรายชื่อจุลินทรีย์ สำหรับใช้เป็นคู่มือนักวิจัยในด้านสายพันธุ์จุลินทรีย์ ทางด้านงานวิจัย ดำเนินการค้นคว้าวิจัย สำนวญทรัพยากรจุลินทรีย์ในประเทศอย่างมีระบบ โดยเน้นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม เกษตรและ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งการจัดอนุกรมวิธาน ศึกษาเทคนิคการเก็บรักษา และการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ ในด้าน บริการให้บริการสายพันธุ์จุลินทรีย์และข้อมูลจุลินทรีย์ เพื่องานวิจัย การเรียนการสอน และการผลิตในอุตสาหกรรม

ให้บริการคำแนะนำชนิดจุลินทรีย์ การผลิตจุลินทรีย์ในปริมาณมาก จัดหาและตั้งชื่อจุลินทรีย์จากศูนย์เก็บรักษา จุลินทรีย์ในต่างประเทศ ให้บริการฝึกอบรมบุคลากรเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเก็บรักษาและคำแนะนำชนิดจุลินทรีย์ ให้บริการคำปรึกษาและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในด้านต่างๆ และบริการแลกเปลี่ยนข้อมูลจุลินทรีย์กับศูนย์ ข้อมูลจุลินทรีย์ในต่างประเทศ

นอกจากศูนย์เก็บรักษาและรวบรวมข้อมูลจุลินทรีย์ ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยแล้ว ยังมีหน่วยปฏิบัติการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์เฉพาะทางที่ได้จัดตั้งขึ้น โดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ในปี พ.ศ.2539 ซึ่งเห็นความสำคัญของการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่แยกได้ใน ประเทศ และต้องการสนับสนุนให้นักวิจัยในประเทศศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของจุลินทรีย์ ภายใต้โครงการ พัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (บีอาร์ที) หน่วยปฏิบัติการเก็บ รักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์เฉพาะทาง มีวัตถุประสงค์ให้บริการ จัดเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่แยกได้ในประเทศ ใน ปัจจุบันมีจำนวนมากกว่า 2,000 สายพันธุ์ โดยเน้น เฉพาะจุลินทรีย์ลักษณะพิเศษ เช่น ราที่ทำให้เกิดโรคในแมลง (Insect pathogenic fungi) ราในน้ำ (Aquatic fungi) ราในกลุ่มไชลาเรียซีอี (Xylariaceae) แบคทีเรียพวกแอกติโนมัยซีต (Actinomycetes) แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria) สาหร่ายขนาดเล็ก (Microalgae) นอกจากนี้ยังพัฒนา วิธี เก็บเชื้อแบบถาวรให้เหมาะกับจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม เช่น เทคนิคการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -80°C และ -196°C การทำ แห้งแบบเยือกแข็ง การเก็บภายใต้พาราฟินเหลวที่อุณหภูมิห้อง โดยมีการควบคุมคุณภาพของจุลินทรีย์ที่เก็บรักษา ไว้ด้วยการตรวจสอบการมีชีวิตและความบริสุทธิ์ของจุลินทรีย์กิจกรรมหลักอีกอย่างหนึ่งของหน่วย คือ การจัดการ ด้านข้อมูลให้เป็นมาตรฐานสากล โดยรวบรวมข้อมูลของจุลินทรีย์ที่เก็บรักษาไว้ ทั้งด้านสมบัติและการใช้ ประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์เพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูลทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ในประเทศไทย นอกจากนี้ยังเป็นหน่วยงานที่ส่งเสริมการวิจัยทางการอนุรักษ์ การจัดอนุกรมวิธานและการใช้ประโยชน์ จากจุลินทรีย์ และยังเป็นศูนย์กลางความร่วมมือด้านบริการการเก็บรักษาจุลินทรีย์และข้อมูลจุลินทรีย์ระหว่าง นักวิจัยทั้งในและต่างประเทศ

สารเคมีในชีวิตประจำวัน

ในชีวิตประจำวันเรารู้จักสารที่มีสมบัติเป็นกรด-เบส มากมายหลายชนิด เช่น มะขาม มะม่วง น้ำจิ้มไก่ น้ำปูนใส เป็นต้น เมื่อนำสารเหล่านี้มาทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส ถ้าสารละลายนั้นเป็นกรด จะเปลี่ยนสีกระดาษ ลิตมัสจากน้ำเงินเป็นสีแดง และถ้าสารละลายนั้นเป็นเบส จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสี

น้ำเงิน จากผลการทดสอบบอกให้ทราบได้เพียงว่าสารละลายเป็นกรดหรือเบสเท่านั้น

กรด-เบส

- **กรด (acid)** หมายถึง สารที่มีธาตุ H เป?นองค์ประกอบที่สำคัญและเป?น H ที่สามารถถูกแทนที่ใด?คว?ย โลหะ หรือหมู?เทียบเท?าโลหะ หรือกรดเป?นสารที่เม?อทำปฏิกิริยากับ โลหะใด?แก?ส H_2 เมื่อกรดละลายน้ำ H ที่อยู?ในกรดทั้งหมดหรือบางส?วนจะแตกตัวใ? H^+ ทำใ?สารละลายนำไฟฟ?าใด? เซ?น กรดไฮ?ดรคลอริก (HCl) ,

กรดซัลฟวริก (H_2SO_4) , กรดอะซีติก (CH_3COOH)เป?นต?น

- เบส (base) หมายถึง สารประกอบออกไซด์หรือไฮดรอกไซด์ของโลหะ เนื่องจากเปป็น สารประกอบไอออนิก เบสที่ละลายน้ำได้? สารละลายที่จะนำไฟฟ้าได้? เซน โซเดียมไฮดรอกไซด์? (NaOH) , แคลเซียมไฮดรอกไซด์? (CaOH) , โพแทสเซียมออกไซด์? (K2O) เปป็นต?น

คุณสมบัติโดยทั่วไปของกรด-เบส

สารละลายของกรดและเบสมีคุณสมบัติโดยทั่วไปดังตาราง

สารละลายกรด	สารละลายเบส
1. มีรสเปรี้ยว 2. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเปป็นสีแดง 3. ทำปฏิกิริยากับเบสได้?เกลือกับน้ำหรือเกลือเพียงอย?างเดียว 4. นำไฟฟ้าได้? 5. ทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิด เซน Zn,Mg,Fe,Al ได้?ก?าซ H ₂ และเกลือของโลหะนั้น เซน $\text{Zn(s)} + \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{ZnCl(aq)} + \text{H}_2$ 6. ทำปฏิกิริยากับเกลือคาร์?บอเนตหรือเกลือไฮโดรเจนคาร์?บอเนตได้?แก๊ส CO ₂ เซน $\text{CaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} + \text{CO}_2(\text{aq})$	1. มีรสฝาด 2. เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเปป็นสีน้ำเงิน 3. ทำปฏิกิริยากับเบสได้?เกลือน้ำหรือเกลือเพียงอย?างเดียว 4. นำไฟฟ้าได้? 5. ลื่นคล?ายสบู่? เมื่อนำไปต?วมกับไขมันจะได้?สบู่? 6. ต?วมกับเกลือแอมโมเนีย เซน NH ₄ Cl, (NH ₄) ₂ SO ₄ จะได้?แก๊ส NH ₃ ซึ่งเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเปป็นน้ำเงิน

กระดาษลิตมัสใช้บอกความเป็นกรด-เบสของสารละลายซึ่งเรียกว่า อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส อินดิเคเตอร์ส่วนใหญ่เปป็นสารอินทรีย์ที่มีสมบัติเปป็นกรดอ่อนนิยมใช้สารละลายที่มีน้ำหรือเอทานอลเปป็นตัวทำละลาย อินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะเปลี่ยนไปตามค่า pH ของสารละลายและเปลี่ยนสีที่ค่า pH แดกต่างกัน pH ของการเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์อยู่ระหว่าง 1-14 การใช้อินดิเคเตอร์เพียงชนิดเดียวในการทดสอบจะบอกได้เพียงว่า สารละลายนั้นมีค่า pH สูงกว่าหรือต่ำกว่า หรืออยู่ในช่วงที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี เท่านั้น แต่บอกไม่ได้ว่า สารละลายนั้นมีค่า pH เท่าใด ดังนั้นถ้านำอินดิเคเตอร์หลายๆ ชนิดซึ่งมีการเปลี่ยนสีในช่วง pH ที่ต่างๆ กันมาผสมกันในส่วนที่เหมาะสม จะได้อินดิเคเตอร์ที่บอกค่า pH ของสารละลายที่นำมาทดสอบความเป็นกรด-เบส ได้ละเอียดมากขึ้น อินดิเคเตอร์ที่ผสมขึ้นใหม่นี้ สามารถเปลี่ยนสีของสารละลายที่มีค่า pH แดกต่างกันได้เกือบทุกค่า pH เรียกอินดิเคเตอร์ผสมนั้นว่า ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์

นอกจากอินดิเคเตอร์ต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถนำสารที่มีอยู่ในธรรมชาติและมีสมบัติเหมาะสมในการเปลี่ยนสีแต่ละช่วง pH ที่แตกต่างกัน สารเหล่านี้ได้มาจากสีของดอกไม้ ผลไม้ หรือรากไม้บางชนิด (ดอกกุหลาบ ดอกอัญชัน เปลือกมังคุด ลูกหมึก สีเลือด และครั่ง เป็นต้น) ซึ่งประโยชน์ของ

อินดิเคเตอร์สามารถนำมาใช้กับชีวิตประจำวันได้มากมาย ทั้งในด้านการแพทย์ การเกษตร การอุตสาหกรรม ฯลฯ

ตัวอย่าง สีของอินดิเคเตอร์ชนิดต่างๆในสารละลายที่มี pH ต่างๆ กัน

สารละลาย	pH
น้ำข่อยในกระเพาะอาหาร	1.0-2.0
น้ำมะนาว	2.4
น้ำส้มสายชู	3.0
น้ำองุ่น	3.2
น้ำส้มคั้น	3.5
น้ำปัสสาวะ	4.8-7.5
น้ำลาย	6.4-6.9
นมสด	6.5
น้ำบริสุทธิ์	7.0
เลือด	7.35-7.45
น้ำตาล	7.4
ยาคาคุน้ำขาว	10.6
น้ำยาแอมโมเนียล้างพื้น	11.5

สารปรุงแต่งอาหาร

หมายถึง สารปรุงรสและวัตถุเจือปนในอาหารที่นำมาใช้เพื่อปรุงแต่งสี กลิ่น รส และคุณสมบัติอื่นๆ ของอาหาร

ประเภทที่ไม่เป็นอันตรายแก่ร่างกาย ได้แก่

1.1 สีต่างๆ ที่ใช้ผสมอาหาร ซึ่งเป็นสีธรรมชาติ ได้แก่

สีเขียว จากใบเตยหอม พริกเขียว

สีเหลือง จากขมิ้นอ้อย ขมิ้นชัน ลูกตาลยี ไข่แดง ฟักทอง ดอกคำฝอย เมล็ดคําแสด

สีแดง จากดอกกระเจี๊ยบ มะเขือเทศ พริกแดง ถั่วแดง ครั่ง

สีน้ำเงิน จากดอกอัญชัญ

สีดำ จากกากมะพร้าวเผา ถั่วดำ ดอกดิน

สีน้ำตาล จากน้ำตาลเคี้ยวไหม้ หรือคาราเมล

1.2 สารเคมีบางประเภท ได้แก่

1.2.1 สารเคมีประเภทให้รสหวาน เช่น น้ำตาลทราย กลูโคส แบะแซ

1.2.2 สารเคมีบางประเภทให้รสเปรี้ยวในอาหาร เช่น กรดอะซีติก (กรดน้ำส้ม)

กรดซิตริก (กรดมะนาว)

1.2.3 สารเคมีที่เป็นสารแต่งกลิ่น เช่น น้ำมันแมว หรือหัวน้ำหอมจากผลไม้ต่าง ๆ

ประเภทที่อาจเกิดอันตรายหากใช้เกินขอบเขต

2.1 สีสผสมอาหาร ได้จากการสังเคราะห์สารเคมี แม้กฎหมายกำหนดให้ใช้สีสังเคราะห์สำหรับผสมอาหารได้ แต่หากใช้ในปริมาณมากและบ่อยก็อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคได้ ปริมาณสีที่อนุญาตให้ใช้ผสมในอาหารประเภทเครื่องดื่ม ไอศกรีม ลูกกวาด และขนมหวาน มีดังนี้

2.1.1 สีที่ใช้ได้ปริมาณไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่ใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

สีแดง ได้แก่ เอโซรูบิน เอริโทรซิน

สีเหลือง ได้แก่ คาร์ตราซิน ซันเซตเฮลโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟ

สีเขียว ได้แก่ ฟาสต์ กรีน เอ็ฟ ซี เอ็ฟ

สีน้ำเงิน ได้แก่ อินดิโกคาร์มีนหรืออินดิโกติน

2.1.2 สีที่ใช้ได้ปริมาณไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหารในลักษณะที่ใช้บริโภค 1 กิโลกรัม

สีแดง ได้แก่ ปองโซ 4 อาร์

สีน้ำเงิน ได้แก่ บริลเลียนบลู เอ็ฟ ซี เอ็ฟ

2.2 ผงชูรส เป็นสารปรุงแต่งรสอาหาร มีชื่อทางเคมีว่า โมโนโซเดียมกลูตาเมต ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง หรือจากกากน้ำตาล ลักษณะของผงชูรสแท้อจะเป็นเกล็ดหรือผลึกสีขาวขุ่น ปลายทั้ง 2 ข้างโตและมัน ตรงกลางคอดเล็กคล้ายกระดูก ไม่มีควมวาวแบบสะท้อนแสง มีรสชาติคล้ายเนื้อต้ม ปริมาณที่ใช้ควรเพียงเล็กน้อย ถ้าบริโภคมากเกินไปอาจมีอาการแพ้ผงชูรสได้ ควรใช้ผงชูรสประมาณ 1/500-1/800 ส่วนของอาหาร หรือประมาณ 1 ช้อนชาต่ออาหาร 10 ถ้วยตวง และไม่ควรใช้ผงชูรสในอาหารทารกและหญิงมีครรภ์

2.3 สารเคมีที่ใช้กันเสียกันบูด เป็นสารประกอบทางเคมีหรือของผสมของสารประกอบที่ใช้เติมลงในอาหาร เพื่อชะลอการเน่าเสียหรือยืดอายุการเก็บอาหาร โดยจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และส่วนประกอบของเอนไซม์ ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หยุดชะงักหรือตายได้ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการแบ่งเซลล์ยับยั้งการสังเคราะห์ของโปรตีน ทำให้ขบวนการแบ่งเซลล์หยุดชะงัก จำนวนจุลินทรีย์จะไม่เพิ่มขึ้น การใช้วัตถุกันเสีย ไม่จำเป็นก็ไม่ควรใช้ กรณีที่จำเป็นต้องใช้ควรเลือกวัตถุกันเสียที่ปลอดภัยและใช้ในปริมาณที่กฎหมายกำหนด รวมทั้งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของอาหาร

ตัวอย่างอันตรายจากสารเคมีที่ห้ามใช้ในการปรุงแต่งอาหาร

ชื่อสาร	จุดประสงค์ของการใช้	อันตรายที่ได้รับ
น้ำประสานทอง (บอแรกซ์ ผงกรอบ เม่งแซ เฟงแซ)	ทำลูกชิ้นให้กรอบ ทำให้แป้งมีลักษณะกรอบ (ในเต้าหู้)ทำหมวยให้กรอบ ปนปลอมในผงชูรส (ซึ่งสังเกตลักษณะได้โดยเกล็ดคล้ายแผ่นเศษกระจก อาจเป็น ก้อนเล็กสีขาว)	เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหาร ระบบสมอง ซึ่งอาจทำให้มีอาการ คล้ายเชื้อหุ้มสมองอักเสบและที่รุนแรงมาก คือเป็นอันตรายต่อไต จะทำให้เกิดไตพิการและตายได้ถ้าได้รับสารนี้ ในปริมาณมากและเป็นเวลานาน
โซเดียมเบตา ฟอสเฟต	ปนปลอมในผงชูรสสังเกตลักษณะได้ โดยเกล็ดจะมีลักษณะหว่าท่ายมน บางกว่า ใสเป็นมันคล้ายกระจก	ทำให้ท้องร่วง
สีข้อมผ้า	ผสมอาหารทำให้มีสีสวยงาม	โรคระเพาะอาหารและลำไส้และเป็นสาเหตุการเกิดโรคมะเร็ง เช่นมะเร็งตับ มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ
กรดซาลีไซลิก	สารกันบูด	เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารอย่างมาก โดยอาจทำให้เกิดแผลใน กระเพาะอาหาร เป็นพิษต่อระบบประสาทหรือมีอาการแพ้เป็นแผลตามตัว
โซเดียมคาร์บอเนต(โซดาซักผ้า)	ทำให้เนื้อนุ่ม	กัดเยื่ออ่อนของระบบทางเดินอาหาร เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วงอาจรุนแรงถึงตายได้

ในชีวิตประจำวัน เราจะต้องเกี่ยวข้องกับสารหลายชนิด ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน สารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จะมีสารเคมีเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถจำแนกเป็นสารสังเคราะห์และสารธรรมชาติ เช่น สารปรุงรสอาหาร สารแต่งสีอาหาร สารทำความสะอาด สารกำจัดแมลงและสารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น ในการจำแนกสารเคมีเป็นพวกๆ นั้นเราใช้วัตถุประสงค์ในการใช้เป็นเกณฑ์การจำแนก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สารปรุงแต่งอาหาร

1.1 ความหมายสารปรุงแต่งอาหาร

สารปรุงแต่งอาหาร หมายถึง สารปรุงรสอาหารใช้ใส่ในอาหารเพื่อให้อาหารมีรสชาติขึ้น เช่น น้ำตาล น้ำปลา น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว ซอสมะเขือเทศ และให้รสชาติต่างๆ เช่น

- น้ำตาล ให้รสหวาน
- เกลือ น้ำปลา ให้รสเค็ม
- น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว ซอสมะเขือเทศ ให้รสเปรี้ยว

1.2 ประเภทของสารปรุงแต่งอาหาร แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ได้จากการสังเคราะห์ เช่น น้ำส้มสายชู น้ำปลา ซีอิ๊ว ซอสมะเขือเทศ เป็นต้น
2. ได้จากธรรมชาติ เช่น เกลือ น้ำมะนาว น้ำมะขามเปียก อัญชัน เป็นต้น

2. เครื่องดื่ม

เครื่องดื่ม หมายถึง สิ่งที่มีมนุษย์จัดเตรียมสำหรับดื่ม และมักจะมี น้ำ เป็นส่วนประกอบหลัก บางประเภทได้คุณค่าทางโภชนาการ บางประเภทดื่มแล้วไปกระตุ้นระบบประสาท และบางประเภทดื่มเพื่อดับกระหาย แบ่งออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ น้ำดื่มสะอาด น้ำผลไม้ นม น้ำอัดลม เครื่องดื่มบำรุงกำลัง ชาและกาแฟ และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

1) น้ำดื่มสะอาด

น้ำดื่มสะอาด เป็นเครื่องดื่มที่ไม่สิ่งอื่นเจือปน เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการต่างๆ ในร่างกาย ปัจจุบันน้ำดื่มสะอาดได้รับความนิยมมาก ผู้ผลิตมักจะบรรจุน้ำดื่มในขวดใสสะอาดแก้วที่สะอาด เหมาะสำหรับที่จะเสิร์ฟในร้านอาหาร หรือในงานเลี้ยงต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ผู้ที่ควบคุมน้ำหนักส่วนใหญ่จะเลือกเครื่องดื่มชนิดนี้แทนเครื่องดื่มที่มีรสหวานอื่นๆ

2) น้ำผลไม้

น้ำผลไม้เป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์มากอย่างหนึ่ง และต้องเป็นน้ำผลไม้ที่สดๆ จึงจะได้คุณค่ามาก ผู้ผลิตมักจะนำผลไม้ที่มีมากในฤดูกาลมาคั้นเอาแต่น้ำ นำมาเกี่ยวกับน้ำตาล หรือน้ำผลไม้สดมาปั่นผสมกับน้ำแข็งน้ำเชื่อม จะได้รับรสชาติแปลกๆ หลายอย่าง

3. สารทำความสะอาด

3.1 ความหมายของสารทำความสะอาด

สารทำความสะอาด หมายถึง คุณสมบัติในการกำจัดความสกปรกต่างๆ ตลอดจนฆ่าเชื้อโรค

3.2 ประเภทของสารทำความสะอาด

แบ่งตามการเกิด ได้ 2 ประเภท คือ

- 1) ได้จากการสังเคราะห์ เช่น น้ำยาล้างจาน สบู่ก้อน สบู่เหลว แชมพูสระผม ผงซักฟอก
- สารทำความสะอาดพื้นเป็นต้น



ภาพที่ 1 แสดงสารทำความสะอาด

4. สารกำจัดแมลง และสารกำจัดศัตรูพืช

4.1 ความหมายของสารกำจัดแมลงและสารกำจัดศัตรูพืช

สารกำจัดแมลงและสารกำจัดศัตรูพืช หมายถึง สารเคมีที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ป้องกันการกำจัด และควบคุมแมลงต่างๆ ไม่ให้มารบกวน มีทั้งชนิดผง ชนิดเม็ด และชนิดน้ำ

4.2 ประเภทของ สารกำจัดแมลงและสารกำจัดศัตรูพืช แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ได้จากการสังเคราะห์ เช่น สารฆ่ายุง สารกำจัดแมลง เป็นต้น



ภาพที่ 2 แสดงสารป้องกันและฆ่าแมลง (สารฆ่ายุง สารฆ่าแมลง)

2. ได้จากธรรมชาติ เช่น เปลือกมะนาว เปลือกมะกรูด เปลือกส้ม เป็นต้น

5.1 ความหมายของเครื่องสำอาง

เครื่องสำอาง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทา ถู นวด โย ฟน หยอด ใส่ อบร่างกาย เพื่อใช้ทำความสะอาดเพื่อให้เกิดความสดชื่น ความสวยงาม และเพิ่มความมั่นใจ



5.2 ประเภทของเครื่องสำอาง แบ่งเป็น 5 ประเภท คือ

- 1) สำหรับผิว เช่น แชมพู ครีมนวด เจลแต่งผิว ฯลฯ
- 2) สำหรับร่างกาย เช่น สบู่ ครีม และโลชั่นทาผิว ยาทาเล็บ น้ำยาดับกลิ่นตัว แป้งโรยตัว ฯลฯ
- 3) สำหรับใบหน้า เช่น ครีม โฟมล้างหน้า แป้งผัดหน้า ลิปสติก ดินสอเขียนคิ้วและดินสอเขียนขอบตา
- 4) น้ำหอม
- 5) เบ็ดเตล็ด เช่น ครีมโกนหนวด ฟ้อนามัย ยาสีฟัน ฯลฯ

ไตรโคลซาน (Triclosan)



ไตรโคลซาน (Triclosan)

ไตรโคลซานเป็นยาฆ่าเชื้อแบคทีเรียและยาฆ่าเชื้อราที่แรง สามารถออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อได้ครอบคลุมเชื้อกลุ่มกว้าง ไตรโคลซานเป็นสารกลุ่มโพลีคลอโรฟีนอกซีฟีนอล (polychloro phenoxy phenol) ลักษณะเป็นผงสีขาว มี

กลิ่นอะโรมาติก/ฟีนอลิกอ่อนๆ ซึ่งโดยส่วนใหญ่หมู่ฟีนอลเป็นหมู่ที่แสดงคุณสมบัติด้านเชื้อแบคทีเรีย ไทรโคลซานละลายน้ำได้น้อยมาก สามารถละลายได้ในเอทานอล ไดเอทิลอีเทอร์ และสารละลายต่างแก่ เช่น 1 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ไทรโคลซานเตรียมได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันบางส่วนของเบนซีน หรือ กรดเบนโซอิก โดยกระบวนการคูมิน (cumene process) หรือ กระบวนการราสชิจ (Raschig process) และยังพบว่าเป็นผลิตภัณฑ์จากการออกซิเดชันของถ่านหินด้วย

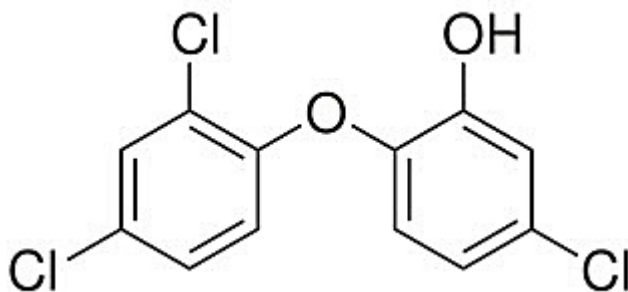
ชื่อทางเคมี (Chemical Name): (5-chloro-2-(2,4-dichlorophenoxy)phenol)

ชื่อพ้อง (Synonyms): 2,4,4'-trichloro-2'-hydroxydiphenyl ether, 5-chloro-(2,4-dichlorophenoxy)phenol, trichloro-2'-hydroxydiphenyl ether, CH-3565, Lexol 300, Irgasan DP 300 **หมายเลข CAS (CAS Number):** 3380-34-5

น้ำหนักโมเลกุล (molecular mass): 289.541

สูตรเคมี (Chemical Formula): C₁₂H₇Cl₃O₂

สูตรโครงสร้างทางเคมี (Chemical Structure):



กลไกการรักษา

ที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้ ไทรโคลซานออกฤทธิ์โดยการฆ่าชีวิตที่เป้าหมายของไซโตพลาสซึม หลายชนิด และ เมมเบรน หลายชนิด ที่ระดับความเข้มข้นที่ต่ำ ไทรโคลซานทำให้เชื้อแบคทีเรียอยู่ในจำนวนคงที่ ซึ่งเป็นการออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการสังเคราะห์กรดไขมันของเชื้อแบคทีเรียเป้าหมาย เชื้อแบคทีเรียบางชนิดสามารถต้านฤทธิ์ของ ไทรโคลซาน ได้ตั้งแต่เกิด เช่น *Pseudomonas aeruginosa* โดยมีกระบวนการปั๊มเอา ไทรโคลซานออกจากเซลล์ เชื้อแบคทีเรียอื่น เช่น *Bacillus* genus บางชนิด มีกระบวนการอื่นที่ทำให้ไม่จับกับ ไทรโคลซาน จึงมีความไวต่อ ไทรโคลซานน้อย

ประโยชน์

ไทรโคลซาน (Triclosan) เป็นสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งแบคทีเรีย (Antibacteria) จึงนิยมใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เพื่อความสะอาดหลายชนิด เช่น สบู่ ครีมนวดฟัน ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นกาย ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก ตลอดจนน้ำยาล้างจานด้วย โดยพบว่ามีการใช้เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น เป็นสารกันเสีย และนำมาใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง ไทรโคลซาน (ความเข้มข้น 0.10-1.00%) มีการใช้ใน สบู่ฆ่าเชื้อ ยาสีฟัน ยาระงับกลิ่นตัว ครีมโกนหนวด น้ำยาบ้วนปาก ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดและมีการใช้มากขึ้นในผลิตภัณฑ์อุปโภคบริโภค เช่น เครื่องครัว ของเล่น เครื่องนอน ถุงเท้า และ ถุงขยະ

ไตรโคซานมีประสิทธิภาพในการลด หรือควบคุมการปนเปื้อนของแบคทีเรียบนมือ และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ เมื่อเร็วๆ นี้ มีการแนะนำให้ใช้ 2% ไตรโคซานในการอาบน้ำหรือแช่น้ำ ในการลดจำนวนโคโลนีของผู้ป่วยที่ผิวหนังมีเชื้อ Staphylococcus aureus ที่ติดต่อเมทิลลิน

ไตรโคซานถูกควบคุมโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (U.S. Food and Drug Administration) the Environmental Protection Agency ของสหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป ระหว่างกระบวนการกำจัดน้ำทิ้ง บางส่วนของไตรโคซานได้สลายตัวไป ในขณะที่ส่วนที่เหลือจะถูกดูดซับบนตะกอนน้ำทิ้ง หรือบริเวณทางออกของของโรงงานที่มีน้ำทิ้ง ในสิ่งแวดล้อม ไตรโคซานอาจสลายตัวโดยเชื้อจุลินทรีย์ หรือทำปฏิกิริยากับแสงแดด เกิดเป็นสารอื่น ได้แก่ คลอโรฟีนอล (chlorophenols) หรือ ไดออกซิน dioxin) หรืออาจดูดซับบนอนุภาคที่อยู่บนท่อน้ำ และเกิดเป็น ตะกอน พบไตรโคซานในตะกอน Greifensee sediment ที่มีอายุมากกว่า 30 ปี ซึ่งแสดงว่า ไตรโคซานสลายตัวหรือถูกกำจัดออกจากตะกอนได้ช้า

ความเป็นพิษ

สารไตรโคซานในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง สามารถทำปฏิกิริยากับคลอรีนในน้ำประปา เกิดเป็นคลอโรฟอร์ม ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ นั้น มีการเผยแพร่ผลการศึกษาวิจัยของ Peter Vikesland จาก Virginia Polytechnic Institute and State University ใน Environmental Science & Technology Online News ระบุว่าสารไตรโคซาน ซึ่งเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ล้างจาน (dishwashing soaps) สามารถทำปฏิกิริยากับคลอรีนในน้ำประปา (chlorinated water) เกิดเป็นคลอโรฟอร์ม ซึ่งอาจถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง หรือเมื่อสูดดม เข้าสู่ร่างกาย อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ แต่เนื่องจากการศึกษาวิจัยดังกล่าวเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดเป็นคลอโรฟอร์มนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความเข้มข้นของไตรโคซานในผลิตภัณฑ์ ความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง รวมทั้งอุณหภูมิของน้ำด้วย ขณะนี้จึงไม่อาจสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเช่น ยาสีฟันที่มีส่วนผสมของไตรโคซาน จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคหรือไม่อย่างไร ดังนั้นผู้บริโภคยังไม่ควรตื่นตระหนกเกี่ยวกับอันตรายของไตรโคซานในเครื่องสำอางตามที่เห็นข่าวประเทศต่างๆ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น รวมทั้งสหภาพยุโรป ยังคงอนุญาตให้ใช้สาร ไตรโคซาน เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางได้ ส่วนในประเทศไทยอยู่ระหว่างปรับกฎระเบียบให้สอดคล้องกับบทบัญญัติเครื่องสำอางอาเซียน โดยจะใช้ข้อกำหนดในทำนองเดียวกับสหภาพยุโรป ซึ่งอนุญาตให้ใช้สารนี้เป็นสารกันเสียได้ในอัตราส่วนสูงสุดไม่เกิน 0.3 %

สหภาพยุโรปได้มีการติดตามความปลอดภัยของการใช้สารไตรโคซานอย่างใกล้ชิด โดย The Scientific Committee of Consumer Products [SCCP] ในการประชุมเมื่อ 10 ตุลาคม 2549 ได้พิจารณาข้อมูลความปลอดภัยของการใช้สารไตรโคซานในเครื่องสำอาง โดยเฉพาะประเด็นของการดูดซึม ขณะนี้ที่ประชุมมีความเห็นสรุปได้ว่าสารนี้ยังคงมีความปลอดภัยเมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง

ข้อควรระวัง

ความปลอดภัยของการใช้สารไตรโคซาน พบว่าปัจจุบันสารนี้ยังคงมีความปลอดภัย ในหลายประเทศ อนุญาตให้ใช้สารนี้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางได้

การเก็บรักษา

ตามวิธีที่ระบุไว้บนฉลากของแต่ละผลิตภัณฑ์

สารฆ่าหนู



สารฆ่าหนู

หนูเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก ถูกจัดอยู่ในอันดับRodentia ซึ่งมาจากภาษาละติน คำว่า “Rodere” มีความหมายว่า “to grow” หรือ แทะ ดังนั้นจึงจัดหนูเป็นสัตว์ฟันแทะ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการก่อปัญหาให้กับมนุษย์โดยเป็นรังโรคและพาหะนำโรคสำคัญหลายชนิด เช่น กาฬโรค โรคฉี่หนู (Leptospirosis) เป็นต้น การป้องกันและกำจัดหนูมีหลายแนวทางด้วยกัน หนึ่งในนั้นคือ การใช้เคมี สารเคมีที่ใช้ควบคุมหนูหรือเรียกว่า (Rodenticides) จัดว่าวัตถุอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ดังนั้นในการใช้งานจึงควรระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง

สารฆ่าหนู (Rodenticides) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ตามระยะเวลาการออกฤทธิ์ คือ

สารฆ่าหนูกลุ่มออกฤทธิ์เร็ว เช่น

- Sodium Fluoroacetate
- Zinc Phosphide (Zn_3P_2)
- Thallium Sulphate
- Alpha naphthyl Thiourea (A N T U)

สารฆ่าหนูกลุ่มออกฤทธิ์ช้า

- Warfarin
- Coumatetralyl

Zinc Phosphide

สูตรเคมี: Zn_3P_2

กลไกการออกฤทธิ์

เมื่อเข้าสู่ร่างกาย Zinc phosphide จะทำปฏิกิริยากับน้ำและกรด HCl ในกระเพาะอาหาร เกิดเป็นก๊าซฟอสฟีน (Phosphine gas , PH_3) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้เกิดอาการพิษ โดยทำให้เกิดอาการระคายเคืองอย่างรุนแรงในทางเดิน

อาหารและเป็นพิษต่อเซลล์ ของอวัยวะต่างๆทั่วร่างกาย

การเกิดพิษ

- ค่าความเป็นพิษ Oral rat LD 50 เท่ากับ 40 mg/kg
- ขนาดที่ทำให้ตาย ในผู้ใหญ่ เท่ากับ 1 mg/kg

อาการและอาการแสดงจะพบได้เร็วหลังจากได้รับสารพิษนี้ ที่เด่น คือ ระบบทางเดินอาหาร

- ระบบทางเดินอาหาร : คลื่นไส้ อาเจียนมาก ปวดท้อง อุจจาระร่วง

ระบบหัวใจและหลอดเลือด : หัวใจเต้นเร็วและไม่สม่ำเสมอ รายที่ได้รับพิษรุนแรงอาจช็อค หัวใจหยุดเต้นและตายภายใน 24 – 48 ชั่วโมง

- ระบบการหายใจ : หายใจหอบ ลมหายใจมีกลิ่นกระเทียม (garlic odor)
- ระบบประสาท : รายที่มีอาการรุนแรง จะหมดสติและชัก

ประโยชน์

ใช้กำจัดหนู

การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

- ดื่มน้ำสะอาดมากๆ
- พยายามทำให้อาเจียนออกมา
- นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลให้เร็วที่สุดพร้อมทั้งนำเอาฉลากและขวดยาไปให้แพทย์ดูด้วย

การรักษา

- ป้องกันการดูดซึม : โดยการล้างท้อง
- การรักษาแบบปรับประคอง : เป็นการรักษาหลักของสารพิษนี้ ได้แก่ การให้น้ำและเกลือแร่ที่จำเป็น การรักษาอาการคลื่นไส้ อาเจียน การรักษาประคับประคองในกรณีที่มี renal , liver, pulmonary และ cardiac toxicity

ข้อควรระวัง

- ก่อนใช้ให้ศึกษาวิธีใช้อย่างละเอียดจากฉลาก
- อย่าใช้มือสัมผัสผลิตภัณฑ์โดยตรง ควรสวมถุงมือทุกครั้ง
- การวางเหยื่อ ให้วางในที่ที่เด็กและสัตว์เลี้ยงไม่สามารถเข้าถึงได้ และอย่าวางเหยื่อในบริเวณที่มีโอกาส

ปนเปื้อนกับอาหาร

- ภายหลังจากหยิบจับผลิตภัณฑ์นั้น ควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้งด้วยน้ำและสบู่

การเก็บรักษา

- ควรเก็บในที่แห้งและเย็น ปราศจากแสงแดด
- เก็บให้ห่างจากมือเด็ก อาหาร และ สัตว์เลี้ยง

ชื่อการค้า

Arrex® , Commando® , Denkarin Grain® , Phosvin ® **Thallium Sulphate**

สูตรเคมี : Tl_2SO_4

กลไกการออกฤทธิ์

Thallium ทำปฏิกิริยากับ Sulfhydryl group (-SH group) ที่ไมโทคอนเดรีย ซึ่งรบกวนต่อกระบวนการ oxidative phosphorylation

การเกิดพิษ

- ขนาดที่ทำให้ตาย ในสัตว์ เท่ากับ 10 – 20 mg/kg
- ขนาดที่ทำให้เกิดพิษในผู้ใหญ่ เท่ากับ 12 – 15 mg/kg
- ขนาดที่ทำให้เกิดพิษในเด็ก เท่ากับ 8 mg/kg

ในรายที่ได้รับพิษเข้าไปจำนวนมาก อาการพิษจะปรากฏภายใน 12 – 24 ชั่วโมง ส่วนรายที่ได้รับพิษวันละเล็กน้อย อาการผิดปกติจะสังเกตได้เมื่อภายหลังหลายสัปดาห์

- ระบบทางเดินอาหาร : ปวดท้องจุกจิก (Colicky pain) เป็นพักๆ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน อาจมีอุจจาระเป็นเลือด เยื่อช่องปากอักเสบ น้ำลายออกมากและเหม็นอับ

- ระบบประสาท : ชาตามปลายมือปลายเท้า ปวดขา เคลื่อนไหวสะเปะสะปะ ตัน หนังตาตก ประสาทตาอักเสบ อัมพาตที่ใบหน้า ชัก หมดสติและตายภายใน 1-2 วัน

- ผิวหนัง ผม ขน : ผมจะค่อยๆร่วงจนหมดศีรษะ สำหรับขนรวมทั้งคิ้วก็มีการร่วงเช่นกัน ผิวหนังจะหนาขึ้น อาจมีจุดเลือดออก หรือพราย้ำ

ประโยชน์

ใช้กำจัดหนู

การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

- ดื่มน้ำสะอาดมากๆ
- พยายามทำให้อาเจียนออกมา
- นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลให้เร็วที่สุดพร้อมทั้งนำเอาฉลากและขวดยาไปให้แพทย์ดูด้วย

การรักษา

- การรักษาแบบประคับประคอง : ระวังและรักษาภาวะชักและหมดสติ ส่วนใหญ่มักเกิดจากการสูญเสียสารน้ำหรือเลือดจากระบบทางเดินอาหาร รวมทั้งระวังภาวะพร่อง Potassium

- การรักษาที่จำเพาะ : Prussian blue (ferric ferrocyanide) พิสูจน์แล้วว่าสามารถช่วยเร่งการกำจัดสารออกจากร่างกาย ไม่ว่าผู้ป่วยจะได้รับสารพิษเข้าไปโดยวิธีใดก็ตาม ขนาดที่ให้คือ 500 mg ทางปากทุก 12 ชั่วโมง กรณีอาการรุนแรงสามารถเพิ่มขนาดได้ถึง 250 mg/kg/day ถ้าผู้ป่วยมาพบแพทย์หลังได้รับ Thallium ใหม่ๆ สามารถให้ครั้งแรกได้ 3 g ทางปากทันที

ข้อควรระวัง

- ก่อนใช้ให้ศึกษาวิธีใช้อย่างละเอียดจากฉลาก
- อย่าใช้มือสัมผัสผลิตภัณฑ์โดยตรง ควรสวมถุงมือทุกครั้ง
- การวางเหยื่อ ให้วางในที่ที่เด็กและสัตว์เลี้ยงไม่สามารถเข้าถึงได้ และอย่าวางเหยื่อในบริเวณที่มีโอกาสปนเปื้อนกับอาหาร

- ภายหลังการหยิบจับผลิตภัณฑ์นั้น ควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้งด้วยน้ำและสบู่

การเก็บรักษา

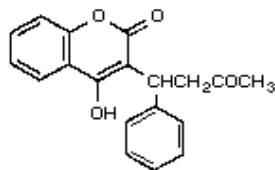
- ควรเก็บในที่แห้งและเย็น ปราศจากแสงแดด
- เก็บให้ห่างจากมือเด็ก อาหาร และ สัตว์เลี้ยง

ชื่อการค้า

Zelio®

Warfarin

สูตรโครงสร้างทางเคมี



สูตรเคมี : $C_{19}H_{16}O_4$

กลไกการออกฤทธิ์

ออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์โปรทรอมบิน ซึ่งเป็นปัจจัยการแข็งตัวของเลือด เป็นผลให้เลือดไม่แข็งตัว ร่วมกับฤทธิ์ต่อหลอดเลือด เกิดการขยายตัวและมีเลือดคั่งทั่วไป ที่หลอดเลือดฝอยมีความเปราะเพิ่มขึ้น เป็นผลให้เลือดออกได้ง่ายตามอวัยวะภายใน ซึ่งสาเหตุของการตายในที่สุด

การเกิดพิษ

- ค่าความเป็นพิษ Acute Oral LD 50 ในหนูที่ได้รับติดต่อกัน 4-5 วัน เท่ากับ 1 mg/kg/day
- ขนาดที่ทำให้ตายในมนุษย์ เท่ากับ 1-2 mg/kg/day ติดต่อกัน 5-6 วันเทียบเป็นปริมาณจะเท่ากับต้องกินวันละ 1 ปอนด์ (ผลิตภัณฑ์ที่กำหนดในท้องตลาด มี warfarin อยู่ร้อยละ 0.025 , ใน 1 ปอนด์ มี warfarin 100 mg)

การกินสารพิษชนิดนี้ทั้งโดยการจงใจกินเพื่อฆ่าตัวตาย หรืออุบัติเหตุ ถ้าผู้ป่วยได้รับเพียงครั้งเดียวจะไม่เป็นอันตราย ยกเว้นในรายที่ได้รับเข้าไปจำนวนมากหรือได้รับสารพิษติดต่อกันหลายวัน

สำหรับอาการพิษ จะมีอาการอ่อนเพลีย ผิวหนังซีด เลือดออกได้ผิวหนัง เลือดกำเดาออก อาจมีเลือดปนในปัสสาวะและอุจจาระ หลอดเลือดในสมองแตก อาการดังกล่าวจะพบได้ใน 3-4 วัน

ประโยชน์

ใช้กำจัดหนู

การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

- ดื่มน้ำสะอาดมากๆ
- พยายามทำให้อาเจียนออกมา
- นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลให้เร็วที่สุดพร้อมทั้งนำเอาฉลากและขวดยาไปให้แพทย์ดูด้วย

การรักษา

- ป้องกันการดูดซึม : ทำได้โดยการล้างท้อง หรือ การทำให้อาเจียน รวมทั้งการให้ Activated Charcoal
 - การรักษาแบบประคับประคอง : ให้สารน้ำหรือเลือดทดแทนในกรณีที่มีเลือดออกจำนวนมาก หลีกเลี่ยงการให้ยา หรือ สารที่ทำให้เกิดเลือดออกได้ง่าย รวมทั้งยาหรือสารที่มีอันตรปฏิบัติกริยา(drug interaction) กับ warfarin
 - ยาแก้พิษ : ให้ Vitamin K1 (phytonadione) ขนาด 10 mg ทางหลอดเลือดดำ และให้ซ้ำทุก 6 ชั่วโมง
- จนกระทั่งค่า Prothrombin time เป็นปกติ ในกรณีที่มีเลือดออกมากอาจต้องให้ Fresh frozen plasma ร่วมด้วย เพื่อแก้ไขภาวะ coagulopathy

ข้อควรระวัง

- ก่อนใช้ให้ศึกษาวิธีใช้อย่างละเอียดจากฉลาก
- อย่าใช้มือสัมผัสผลิตภัณฑ์โดยตรง ควรสวมถุงมือทุกครั้ง
- การวางเหยื่อ ให้วางในที่ที่เด็กและสัตว์เลี้ยงไม่สามารถเข้าถึงได้ และอย่าวางเหยื่อในบริเวณที่มีโอกาสปนเปื้อนกับอาหาร
- ภายหลังการหยิบจับผลิตภัณฑ์นั้น ควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้งด้วยน้ำและสบู่

การเก็บรักษา

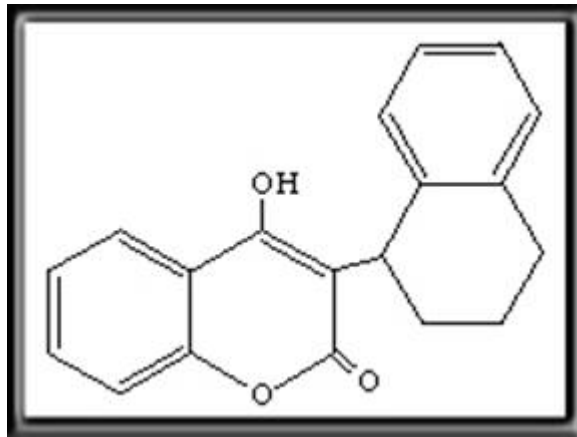
- ควรเก็บในที่แห้งและเย็น ปราศจากแสงแดด
- เก็บให้ห่างจากมือเด็ก อาหาร และ สัตว์เลี้ยง

ชื่อการค้า

ARS®

Coumatetralyl

สูตรโครงสร้างทางเคมี :



สูตรเคมี : $C_{19}H_{16}O_3$

กลไกการออกฤทธิ์

ออกฤทธิ์ยับยั้งการสังเคราะห์โปรทรอมบิน ซึ่งเป็นปัจจัยการแข็งตัวของเลือด เป็นผลให้เลือดไม่แข็งตัว ร่วมกับฤทธิ์ต่อหลอดเลือด เกิดการขยายตัวและมีเลือดคั่งทั่วไป ที่หลอดเลือดฝอยมีความเปราะเพิ่มขึ้น เป็นผลให้เลือดออกได้ง่ายตามอวัยวะภายใน ซึ่งสาเหตุของการตายในที่สุด

การเกิดพิษ

- ค่าความเป็นพิษ Oral rat LD 50 เท่ากับ 16.5 mg/kg
- ค่าความเป็นพิษ Dermal rat LD 50 เท่ากับ 25-30 mg/kg

การกินสารพิษชนิดนี้ทั้งโดยการจงใจกินเพื่อฆ่าตัวตาย หรืออุบัติเหตุ ถ้าผู้ป่วยได้รับเพียงครั้งเดียวจะไม่เป็นอันตราย ยกเว้นในรายที่ได้รับเข้าไปจำนวนมากหรือได้รับสารพิษติดต่อกันหลายวัน

สำหรับอาการพิษ จะมีอาการอ่อนเพลีย ผิวน้ำซีด เลือดออกได้ผิวน้ำ เลือดกำเดาออก อาจมีเลือดปนในปัสสาวะและอุจจาระ หลอดเลือดในสมองแตก

ประโยชน์

ใช้กำจัดหนู

การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

- ดื่มน้ำสะอาดมากๆ
- พยายามทำให้อาเจียนออกมา
- นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลให้เร็วที่สุดพร้อมทั้งนำเอาฉลากและขวดยาไปให้แพทย์ดูด้วย

การรักษา

- ป้องกันการดูดซึม : ทำได้โดยการล้างท้อง หรือ การทำให้อาเจียน รวมทั้งการให้ Activated Charcoal
- การรักษาแบบประคับประคอง : ให้สารน้ำหรือเลือดทดแทนในกรณีที่มีเลือดออกจำนวนมาก หลีกเลี่ยงการให้ยา หรือ สารที่ทำให้เกิดเลือดออกได้ง่าย
- ยาแก้พิษ : ให้ Vitamin K1 (phytonadione)

ข้อควรระวัง

- ก่อนใช้ให้ศึกษาวิธีใช้อย่างละเอียดจากฉลาก

- อย่าใช้มือสัมผัสผลิตภัณฑ์โดยตรง ควรสวมถุงมือทุกครั้ง
- การวางเหยื่อ ให้วางในที่ที่เด็กและสัตว์เลี้ยงไม่สามารถเข้าถึงได้ และอย่าวางเหยื่อในบริเวณที่มีโอกาสปนเปื้อนกับอาหาร

- ภายหลังการหยิบจับผลิตภัณฑ์นั้น ควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้งด้วยน้ำและสบู่

การเก็บรักษา

- ควรเก็บในที่แห้งและเย็น ปราศจากแสงแดด
- เก็บให้ห่างจากมือเด็ก อาหาร และ สัตว์เลี้ยง

ชื่อการค้า

Racumin®

น้ำยาลบคำผิด



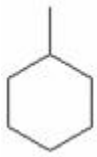
น้ำยาลบคำผิด

ปัจจุบันน้ำยาลบคำผิดได้เข้ามาแทนที่ขางลบมากขึ้น เนื่องจากใช้สะดวก ไม่ต้องออกแรง แคมยังไม่ต้อง
อารมณ์เสียกับ ปัญหากระดาษเปื่อยหรือขาดอีกด้วย ในท้องตลาดมีผลิตภัณฑ์น้ำยาลบคำผิดจำหน่ายหลายยี่ห้อและ
รูปแบบ เช่น บรรจุในขวด หรือในปากกา โดยอาจมีส่วนผสมโดยละเอียดแตกต่างกันไปบ้าง แต่ทั่วไปจะ
ประกอบด้วยสารทึบแสงซึ่งช่วยปิดทับคำผิด เช่น titanium dioxide ตัวทำละลาย เช่น น้ำ ตัวทำละลายอินทรีย์ที่
ระเหยได้ง่าย สารที่ช่วยให้สารทึบแสงกระจายตัวได้ในตัวทำละลาย และอาจแต่งสีบ้าง ส่วนประกอบที่เป็นตัวทำ
ละลายอินทรีย์นี้เองที่อาจมีผลต่อสุขภาพของผู้ใช้หากมีการใช้ไม่ถูกต้อง หรือมีการสัมผัสอย่างต่อเนื่องนานๆ ตัวทำ
ละลายอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในน้ำยาลบคำผิดได้แก่ เมทิลคลอโรเฮกเซน (methylchlorohexane)

Methylchlorohexane

ชื่ออื่นๆ:

chlorohexylmethane, hexahydrotoluene, toluene hexahydride



โครงสร้างเคมี :



คุณสมบัติทั่วไป : ของเหลวไม่มีสี มีกลิ่นคล้ายเบนซีน ไม่ละลายในน้ำ ติดไฟได้ ทำปฏิกิริยากับกับ oxidizing agent

อันตราย ความเป็นพิษ และการป้องกันแก้ไข:

การติดไฟและระเบิด

methylchlorohexane จัดเป็นสารที่ติดไฟได้ง่าย จึงควรหลีกเลี่ยงการนำสารนี้เข้าไปใกล้เปลวไฟ ประกายไฟ หรือบุหรี่ เมื่อเกิดการลุกไหม้แล้วให้ดับด้วยเคมีชนิดแห้ง คาร์บอนไดออกไซด์ หรือน้ำยาดับเพลิงชนิดโฟม เนื่องจากน้ำไม่มีประสิทธิภาพดีพอ นอกจากนี้ยังควรระวังการสูดดมก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของ methylchlorohexane เนื่องจากเป็นก๊าซที่เป็นอันตราย

อันตรายจากการสูดดม

methylchlorohexane มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง โดยทำให้เกิดอาการระคายเคืองจมูก และลำคอ เวียนศีรษะ มึนงง ง่วงนอน และการสูดดมเข้าไปก็เป็นวิธีการที่จะได้รับสารนี้ได้ง่ายที่สุด ดังนั้นเมื่อต้องการทำงานโดยใช้น้ำยาลบคำผิดอย่างต่อเนื่องนานๆ ควรทำในบริเวณที่มีการระบายอากาศดี หรือพยายามหลีกเลี่ยงไม่สูดดมน้ำยาโดยตรง หรือมีอุปกรณ์เพื่อป้องกันหรือลดการสูดดมเข้าไป หากเริ่มมีอาการเวียนศีรษะควรหยุดใช้แล้วย้ายออกไปสูดอากาศที่บริสุทธิ์

อันตรายจากการสัมผัสทางผิวหนัง

เมื่อสัมผัสกับ methylchlorohexane บ่อยๆ จะทำให้ผิวหนังแห้ง ดังนั้นจึงควรล้างบริเวณที่สัมผัสด้วยน้ำสะอาด

อันตรายเมื่อเข้าตา

ทำให้เกิดอาการตาแดง ดังนั้นให้ล้างตาด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากๆ หลายๆ ครั้งเป็นเวลา 15 นาที โดยเปิดเปลือกตาบนและเปลือกตาล่างเป็นระยะ

อันตรายเมื่อรับประทานเข้าไป

ทำให้คลื่นไส้ และหากสำลักอาจทำให้เกิดปอดอักเสบจากสารเคมี เมื่อได้รับ methylchlorohexane เข้าไปโดยการรับประทาน ให้บ้วนปากมากๆ แล้วนำผู้ป่วยไปพบแพทย์

อันตรายจากการได้รับสารเรื้อรัง

ยังไม่มี การทดสอบการก่อมะเร็งจากสารนี้ แต่อาจมีผลต่อดับและไต

ไอโซโพรพิลไทโธแซนโทรน (Isopropylthioxanthone, ITX)

ไอโซโพรพิลไทโธแซนโทรน (Isopropylthioxanthone, ITX)

ITX เป็นอนุพันธ์ซัลเฟอร์ของ xanthone หรือ xanthone ketone จัดเป็นสารชนิด curing agent ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ใน photoinitiator ของสีชนิด UV-cured ink มีรายงานถึงการตรวจพบ ITX ในผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุในกล่องกระดาษที่พิมพ์ด้วยหมึกชนิด UV-cured ink ส่วนใหญ่พบ ITX ตกค้างในผลิตภัณฑ์นม เช่น นมเลียงทารก นม นมช็อคโกแลต โดยเมื่อไม่นานมานี้ที่ประเทศอิตาลี ได้มีรายงานการตรวจพบ ITX ซึ่งเคลื่อนย้ายจากบรรจุภัณฑ์เข้าไปในนมเลียงทารก ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตโดยบริษัท Sweden-based Tetra Pak และได้มีการเรียกเก็บกลับคืนเป็นจำนวนมาก

การตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของ ITX ในอาหารเช่น นม โยเกิร์ต และวัสดุที่เป็นภาชนะบรรจุอาหารทำได้หลายวิธี คือ LC-MS (liquid chromatography – mass spectrometer), GC-MS (gas chromatography–mass spectrometer), HPTLC-FLD (high performance thin layer chromatography-fluorescent detection), HPTLC-ESI/MS (high performance thin layer chromatography-electrospray/mass spectrometer), HPTLC-DART/MS (high performance thin layer chromatography- direct analysis in real time /mass spectrometer).

ชื่อทางเคมี (Chemical Name):

ไอโซโพรพิลไทโธแซนโทรน (Isopropylthioxanthone)

ชื่อพ้อง (Synonyms):

2-isopropylthioxanthone, ITX, 2-(1-methylethyl)-9H-Thioxanthen-9-one, 异丙基硫杂蒽醌;

หมายเลข CAS (CAS Number): 5495-84-1

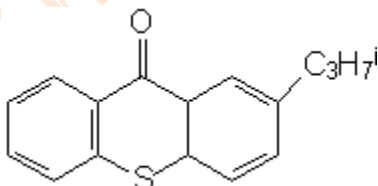
น้ำหนักโมเลกุล (molecular formula):

254.35

สูตรเคมี (Chemical Formula):

$C_{16}H_{14}OS$

สูตรโครงสร้างทางเคมี (Chemical Structure):



ประโยชน์

อนุพันธ์ของ xanthone มีการใช้ประโยชน์ในการเป็นสื่อเชื่อมทางชีวภาพ (biological strains), light and temperature sensitizers, photoinitiator of polymerization process, histotechnologies, photochromic and thermochromic agents and laser dyes

ความเป็นพิษ

การทดสอบความเป็นพิษ (genotoxicity) ของ ITX ยังมีการศึกษาที่จำกัด และมีเพียงสองการศึกษาความเป็นพิษต่อยีน in vivo ซึ่งสรุปว่า ITX ไม่มีข้อบ่งชี้ใดๆที่จะก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อยีน EFSA (the European Food Safety Authority) จึงไม่มีความเห็นใดๆ เกี่ยวกับความปลอดภัยของ ITX เนื่องจากขาดข้อมูลความเป็นพิษอื่นๆมาสนับสนุน

มีรายงานสรุปของ FLEXOGRAPHY CTSA (A Cleaner Technologies Substitutes Assessment) ที่พิจารณาจัดให้ ITX เป็นสารกลุ่ม high aquatic toxicity ซึ่งมีผลทำอันตรายต่อชีวิตสัตว์น้ำในระยะยาว เนื่องจาก ITX มีโครงสร้างที่ชอบไขมันสูง (high lipophilicity) จึงสามารถจับกับองค์ประกอบของผนังเซลล์ได้ดี

US Environmental Protection Agency พิจารณาให้ ITX เป็น (potential hazard) สำหรับสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในระดับความเข้มข้นที่พบในนมบรรจุกล่องและ เครื่องดื่มอื่นๆ

ข้อควรระวัง

เนื่องจาก ITX เป็นสารที่ใช้ประกอบการทำวัสดุที่มีการสัมผัสกับอาหาร จึงสามารถตรวจพบการตกค้างของ ITX ในอาหาร ถึงแม้ข้อสรุปความเป็นพิษของ ITX ยังไม่ชัดเจน แต่การบริโภคอาหารที่บรรจุในกล่องกระดาษที่พิมพ์ด้วยหมึกในระยะเวลาต่างๆ ก็พึงระวัง

คลอรีน



คลอรีนเป็นก๊าซสีเขียวอมเหลือง ที่มีกลิ่นไหม้ที่แรง (sharp, burning odor) ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมเคมี การฟอกสี น้ำดื่มและการฆ่าเชื้อในสระว่ายน้ำ และน้ำยาทำความสะอาด สารฟอกสีที่คลอรีนที่ใช้ในครัวเรือน มีปริมาณของคลอรีนที่น้อยมากแต่สามารถปลดปล่อยก๊าซคลอรีนถ้ามีการผสมกับ น้ำยาทำความสะอาดอื่นๆ

ผงฟอกสี (Bleaching Powder) เป็นผงที่ประกอบด้วย แคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride) และ แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ (calcium hypochlorite) ลักษณะเป็นผงสีขาวหรือขาวปนเทา มีกลิ่นฉุนของคลอรีน ละลายได้ในน้ำ และอัลกอกอฮอล์ มีชื่ออื่นๆ ที่เรียกว่า chloride of lime หรือ chlorinated lime พิกัดความบริสุทธิ์ ของผงฟอกสี คือ ผงยาให้ chlorine ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์

ชื่อทางเคมี :

(Chemical Name): แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ (calcium hypochlorite)

ชื่อพ้อง :

(Synonyms): Calcium hypochloride; Hypochlorous Acid, Calcium Salt; Losantin; Hy-Chlor; Chlorinated lime; Lime chloride; Chloride of lime; Calcium oxychloride; Calciumhypochlorit (German); Hipoclorito de calcio (Spanish); Hypochlorite de calcium (French)

หมายเลข CAS (CAS Number): 7778-54-3

น้ำหนักโมเลกุล (molecular formula): 142.98

สูตรเคมี (Chemical Formula): CaCl_2O_2

กลไกการรักษา

แคลเซียม ไฮโปคลอไรต์ สลายตัวให้กรดไฮโปคลอรัส (hypochlorous acid) อย่างรวดเร็วในน้ำ ซึ่งกรดไฮโปคลอรัสเป็นรูปแบบที่ฆ่าเชื้อของคลอรีน (the killing form of chlorine) จึงนิยมใช้เป็นยาฆ่าเชื้อทั่วไป (general biocide) ในน้ำ

ประโยชน์ทางการรักษา

ใช้ประโยชน์ในรูปสารละลายเป็นสารฟอกขาว ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อ ใช้เติมสระว่ายน้ำ (0.25 ถึง 1 ส่วนในล้านส่วน) ฆ่าเชื้อโรคในห้อง และใช้เป็นสารฟอกสี

ความเป็นพิษ

Oral rat LD50: 850 mg/kg

อาการพิษ

ระคายเคืองต่อระบบหายใจ ตา และผิวหนัง

ข้อควรระวัง

- ควรใส่แว่นตา หลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรง

การเก็บรักษา

เก็บในที่อากาศถ่ายเทสะดวก

ดินน้ำมัน



ดินน้ำมัน

ดินน้ำมัน เป็นของเล่นสำหรับเด็กที่มีมานาน สำหรับพัฒนาการทางสมอง และกล้ามเนื้อ และเสริมกิจกรรมในครอบครัว สมัยโบราณใช้ดินธรรมชาติ (clay หรือ mineral clay) จากแหล่งที่อยู่ซึ่งหาได้ง่ายผสมน้ำ มาใช้สำหรับปั้นตุ๊กตาดิน เช่น ดินเหนียว (Plastic clay) ได้จากการสุกของหิน เนื้อดินละเอียดสีเนื้อ หรือสีเทา มีความเหนียว จากนั้นมีการผสม กับดินชนิดอื่น เพื่อให้คงรูปได้ง่าย และมีการพัฒนารูปแบบให้เป็นที่น่าสนใจยิ่งขึ้น ด้วยการแต่งสี กลิ่น และเติมสารสังเคราะห์อื่นๆ เพื่อความเหนียวนุ่ม และมีลักษณะน่าใช้ เรียกรวมว่า modeling clay และมีผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายดินน้ำมันซึ่งทำจากแป้ง ที่เรียกว่า Play-dough ดินที่ใช้ทำดินน้ำมันมีหลายชนิด เช่น ดินเหนียว และ แร่ดิน (clay minerals) แร่ดิน เช่น คาโอลิไนต์ (kaolinite) และ smectites

1. Modeling clay

Modeling clay หรือ Artificial clay ผลิตขึ้นเพื่อใช้ทดแทนดินเหนียวธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ oil-based clay และ polymer clay

1.1 Oil-based clay

Oil-based clay ผลิตจากองค์ประกอบหลัก ได้แก่ แร่ดิน เช่น สารกลุ่มคาโอลิน (kaolins) ผสมกับ น้ำมัน ขี้ผึ้ง ข้อเด่นคือ มีความเหนียวนุ่ม ปั้นขึ้นรูปง่าย ไม่แห้งเมื่อสัมผัสอากาศเพราะเป็นน้ำมัน ไม่ละลายในน้ำ ใช้งานได้นาน และไม่มีพิษ ข้อด้อยคือติดไฟได้ และหลอมเมื่อได้รับความร้อน ปัจจุบันมีผู้ผลิตดินน้ำมันประเภทนี้มากมาย ชื่อที่เป็นที่รู้จัก เช่น Plasticine และ Plastilin

Plasticine เป็นชื่อทางการค้า ผลิตจากแร่ดิน เกลือแคลเซียม เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต อะลูมิเนียมซิลิเกต (aluminum silicate) ปิโตรเลียมเจลลี่หรือวาสลีน (petroleum jelly) long chain aliphatic acid เช่น กรดสเตียริก (stearic acid) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide) น้ำมันพืช (vegetable oils) สารกันเสีย (preservatives) และ เทอร์เพนทิน (turpentine) และส่วนประกอบอื่นๆ ที่เป็นความลับทางการค้า

1.2 Polymer modifier clay และ Polymer clay

Polymer modifier clay เป็นดินน้ำมันที่มีแร่ดินเป็นองค์ประกอบหลัก แต่ส่วนผิวมีการพัฒนาทางเคมีด้วยสารพอลิเมอร์ ส่วน Polymer clay เป็นดินน้ำมันที่ทำจากสารพอลิเมอร์ เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride) มิได้มีส่วนผสมของดินแร่ ที่มีลักษณะแข็งเมื่ออุณหภูมิต่ำ เมื่อแข็งแล้วไม่สามารถปั้นแต่งได้อีก

2. Play-dough

Play-dough หรือแป้งโด (dough) หรือแป้งปั้น ผลิตจากแป้ง (flour) ที่นิยมใช้มากคือ อะไมโลส (amylose) หรือแป้งสาลี (wheat) น้ำ และ เกลือ ซึ่งมีคุณสมบัติด้านเชื้อจุลินทรีย์ บางบริษัทเติมสารหล่อลื่น เช่น ปีโตรเลียม เพิ่มสัมผัสที่อ่อนนุ่ม สารกันเสีย (preservative) เช่น บอแรกซ์ ป้องกันการเจริญของเชื้อ สารแต่งกลิ่น สารแต่งสี สารให้ความชื้น สารลดแรงตึงผิว (surfactant) และส่วนประกอบอื่นๆ ที่เป็นความลับทางการค้า ชื่อการค้าที่เป็นที่รู้จัก และนิยมใช้ทับชื่อภาษาอังกฤษคือ Play-doh มีข้อด้อยคือมีอายุการใช้งานสั้น เพราะเมื่อเล่นไปนานๆ และสัมผัสอากาศจะแห้งและแข็ง ไม่สามารถปั้นได้อีก ปัจจุบันแป้งปั้นเข้ามาแทนที่ดินน้ำมันประเภท modeling clay มากขึ้น

อะไมโลสเป็นส่วนประกอบหลักที่ทำให้แป้งโดเหนียวและปั้นเป็นรูปได้ดี แต่หากมีน้ำและอยู่ในสภาพเย็นจะเกิด retrogradation ทำให้แป้งแข็ง ดังนั้น แป้งโดต้องใส่สารที่เรียกว่า retrogradation inhibitor เช่น อะไมโลเพกติน (amylpectin) หรือ waxy starch อื่นๆ ลงไปด้วย

ปัจจุบันมีเว็บไซต์ที่แนะนำวิธีการทำดินน้ำมันอย่างง่าย เช่น ถ้าต้องการทำดินน้ำมันประเภท Oil-based clay ให้ใช้ดินแห้งแบบผง น้ำมัน (oil) น้ำมันเครื่องหรือจารบี (automotive grease) และ ขี้ผึ้ง (wax หรือ beeswax) หรือใช้ดินสอพอง น้ำมันเครื่องเบอร์ 50 พาราฟินแข็ง และ สีสงชนิดสีน้ำมัน โดยเริ่มหลอมพาราฟินก่อนและผสมน้ำมันเครื่องให้เข้ากัน จากนั้นเทลงในดินสอพองที่ผสมกับสีแล้ว และนวดให้เข้ากัน ทิ้งไว้หนึ่งคืนและนวดต่อจนกระทั่งได้ดินน้ำมัน ความเหนียวขึ้นอยู่กับความหนืดของน้ำมันเครื่อง

สำหรับแป้งโด มีเว็บไซต์ของประเทศไทยแนะนำการเตรียมขึ้นใช้เองมากมาย ซึ่งส่วนผสมหลักได้แก่ แป้ง เช่น แป้งสาลี หรือแป้งอเนกประสงค์ น้ำ เกลือ ครีมนอฟฟาทาร์ทาร์ น้ำมันพืช สารแต่งสีและกลิ่น ข้อดีของแป้งที่ทำเองนี้คือ การใช้สารที่ไม่เป็นอันตรายต่อเด็กเพราะใช้ส่วนผสมที่รับประทานได้ ข้อด้อยคือเล่นได้ไม่นาน เพราะแข็งและมีกลิ่นหืนของแป้ง และอาจเกิดเชื้อราขึ้น ผู้ใหญ่ต้องคอยสังเกตลักษณะที่เปลี่ยนไป ข้อแนะนำคือต้องเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทและเก็บในตู้เย็น

ดินน้ำมันอื่นๆ เช่น ดินญี่ปุ่น ซึ่งมีส่วนผสมของกาบ ซึ่งอาจผลิตขึ้นเองจาก แป้งข้าวเจ้า น้ำ และสารกันเสียนำกาบที่ได้มาผสมกับแป้งอเนกประสงค์หรือแป้งสาลี ทัลคัม (talcum) และน้ำมันพืช นวดเป็นเนื้อเดียวกัน และเติมทิวชูที่ฉีกเป็นชิ้นเล็กๆ นวดให้เข้ากัน แต่งสี แต่งกลิ่น จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายดินน้ำมัน ใช้เล่นได้ประมาณหนึ่งอาทิตย์ ห้ามแช่ตู้เย็น

ข้อควรระวังในการเล่นดินน้ำมัน

ดินน้ำมันรับประทานไม่ได้ หรือแม้แป้งปั้นที่ทำจากส่วนประกอบที่สามารถรับประทานได้ก็ต้องระวังไม่ให้เด็กกลืนเข้าไป เพราะมิได้ผลิตตามหลักโภชนาการ จึงอาจมีการปนเปื้อนของสารต่างๆ ที่สำคัญต้องระมัดระวังไม่ให้เด็กใส่เข้าไปในจมูก เพราะหากหลุดลงไปอุดหลอดลม อาจทำให้เด็กเสียชีวิตได้ ผู้ใหญ่ควรให้คำแนะนำและ

ดูแลเด็กเล็กในการเล่นดินน้ำมันหรือแป้งปั้นอย่างถูกต้อง อาการที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นคือการเกิดอาการแพ้ องค์ประกอบต่างๆ ในดินน้ำมันและแป้งปั้น

อาการภูมิแพ้

โรคที่พบบ่อยและมีรายงานจากการเล่นดินน้ำมันคืออาการภูมิแพ้ (allergy) โดยเฉพาะ การระคายเคืองผิวหนังบริเวณที่สัมผัส (skin irritations) หรือ contact dermatitis สารในดินน้ำมันที่ก่อให้เกิดภูมิแพ้ เช่น น้ำมันพืช โดยเฉพาะน้ำมันที่ผลิตจากถั่ว (peanut oils) สารกันเสีย น้ำมันเครื่อง

มีรายงานการเกิดอาการแพ้ในเด็กที่เล่นแป้งปั้นที่มีประวัติแพ้สารในธัญญาพืช (wheat) ต่างๆ เมื่อสัมผัสแป้งปั้นที่ทำจากแป้งสาลีประมาณหนึ่งชั่วโมง จะเกิดการระคายเคืองผิวหนัง คัน เกิดอาการบวมแดงที่ผิวหนังและหงุดหงิด โดยส่วนใหญ่การแพ้เกิดจากการแพ้โปรตีนในแป้ง คือ กลูเตน (glutens) พบว่าส่วนเว็บไซต์ของบริษัทที่ผลิต Play-dohä ระบุว่า “Children who are allergic to wheat gluten may have an allergy reaction to this products” หรืออาจเกิดการแพ้ในเด็กที่มีประวัติแพ้สารกลูเตน ทั้งนี้ไม่พบข้อความเหล่านี้บนฉลากของผลิตภัณฑ์

สารกลุ่มละลายในน้ำมัน เช่น น้ำมันเครื่อง พาราฟิน อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ

ความเป็นพิษ

ดินธรรมชาติมีการปนเปื้อนของโลหะหนักตามธรรมชาติอยู่แล้ว แต่ไม่พบรายงานที่ก่อให้เกิดอันตราย ดินน้ำมันประเภทพอลิเมอร์อาจใส่สาร plasticizer เช่น สารกลุ่มพทาเลต เช่น di-(ethylhexyl) phthalate (DEHP) ที่มีรายงานว่า เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งในหนูทดลองเมื่อให้ในปริมาณสูง

ขี้ผึ้งประเภท chlorinated synthetic waxes มีความเป็นพิษต่อผิวหนังสูง และสามารถซึมเข้าไปในผิวหนังทำให้เกิดสิวได้ (chloracne)

ข้อแนะนำในการเล่นดินน้ำมัน

ต้องล้างมือด้วยสบู่ทุกครั้งหลังการเล่น วิธีเล่นที่ปลอดภัยคือการสวมถุงมือเพื่อป้องกันการสัมผัส แต่อาจทำให้ความสนุกเพลิดเพลิน

กาวตราช่าง



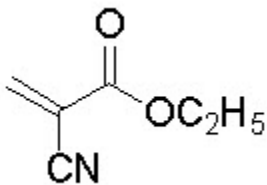
กาวตราช่าง : เอซิล ไชยาโนอะคริเลต

กาวตราช่าง : เอซิล ไชยาโนอะคริเลต (ethyl cyanoacrylate, ECA) เป็นสารเคมีในกลุ่มไชยาโนอะคริเลตที่ใช้เป็นสารยึดติด (adhesive) ชนิดแห้งเร็ว ซึ่งมักรู้จักกันในชื่อของซูเปอร์กาว (Super glue) พาวเวอร์กาว (Power glue)

หรือ กาวตราช่าง สารเคมีกลุ่มไซยาโนอะคริเลตถูกคิดค้นในปี ค.ศ. 1942 โดย แฮรี คูเวอร์ (Harry Coover) และ เฟรด จอยเนอร์ (Fred Joyner) ในระหว่างทำวิจัยเพื่อผลิตเลนส์สำหรับกล้องอาวุธปืน หลังจากนั้นจึงมีการพัฒนาเป็นกาวยึดติดชนิดแห้งเร็วในชื่อการค้าว่า Eastman #910 และ อีกหลากหลายผลิตภัณฑ์ เช่น Super glue, Power glue, Crazy glue และกาวตราช่าง เป็นต้น กาวยึดติดชนิดแห้งเร็วเหล่านี้มีส่วนประกอบหลักเป็นเอซิล ไซยาโนอะคริเลต ซึ่งมีประสิทธิภาพดีสำหรับการยึดวัสดุที่ไม่มีรูพรุน (non-porous material) รวมถึงผิวหนังของมนุษย์ด้วย

เอซิล ไซยาโนอะคริเลตสามารถเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) ได้อย่างรวดเร็วเมื่อมีน้ำอยู่ ทำให้ได้เป็นสายยาวเชื่อมต่อกันและยึดวัสดุให้ติดแน่นกัน ดังนั้นการเก็บรักษาจึงต้องเก็บไว้ในภาชนะที่ป้องกันอากาศ ส่วนการที่ทำให้สายยาวของเอซิล ไซยาโนอะคริเลตอ่อนนุ่ม (softening) สามารถทำได้โดยนำไปแช่ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อะซิโตน ไนโตรมีเทน เมทิลลิน คลอไรด์ เป็นต้น (1, 2)

โครงสร้างทางเคมี



คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ (3)

ลักษณะทางกายภาพ	ของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะ
ชื่อทางเคมี	Ethyl-2-cyanoacrylate, 2-cyano-2-propeonic acid ethyl ester
สูตรโมเลกุล	$C_6H_7NO_2$
น้ำหนักโมเลกุล	125 g/mole
CAS No	7085-85-0
ความหนาแน่น	1.06 g/cm^3
จุดวาบไฟ	$181 \text{ }^\circ\text{C}$
จุดเดือด	$54-56 \text{ }^\circ\text{C at 3 mm Hg}$

จุดหลอมเหลว

-22 °C

ชื่อการค้า

Super Glue®, Krazy Glue®, Power Glue®

ประโยชน์

ใช้เป็นส่วนประกอบหลักในกาวยึดติดชนิดแห้งเร็ว ใช้ในการยึดติดกันของพื้นผิววัสดุ

ข้อมูลความปลอดภัย (4)

การสูดดมไอของสารนี้ สามารถทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อทางเดินหายใจได้ ซึ่งอาจทำให้การหายใจติดขัดได้ การสัมผัสสารนี้ จะทำให้ผิวหนังที่สัมผัสกับสารนี้ยึดติดกัน และเกิดการระคายเคือง หากสารนี้ถูกตา จะเกิดการระคายเคืองที่ตา ทำให้น้ำตาไหลมาก หรืออาจทำให้เปลือกตายึดติดกัน และหากกินเข้าไป จะทำให้เนื้อเยื่อในปากยึดติดแน่นกัน

วิธีการแก้ไขพิษเบื้องต้น (4)

1. หากได้รับพิษจากการสูดดม ให้รีบนำผู้ป่วยออกไปยังที่มีบริเวณอากาศถ่ายเทสะดวก หากไม่ทุเลาให้รีบไปพบแพทย์
2. หากถูกผิวหนัง อย่าพยายามดึงหรือแคะรอยที่ติดออก ให้ล้างด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ แล้วจึงค่อย ๆ ดึงออก
3. หากเข้าตาให้ล้างด้วยน้ำสะอาดจำนวนมาก ๆ อย่างน้อย 15 นาที แล้วรีบไปพบแพทย์
4. หากกินเข้าไป ให้ตรวจดูว่าไม่มีสิ่งใดอุดหลอดลมของผู้ป่วยและผู้ป่วยมีการหายใจปกติ แล้วรีบไปพบแพทย์

คำเตือน

1. ระวังอย่าให้เข้าตา ถูกผิวหนัง เพราะจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองและยึดติดกันอย่างรวดเร็ว
2. ห้ามรับประทานหรือสูดดม
3. ห้ามทิ้งลงในแม่น้ำ คูคลอง แหล่งน้ำสาธารณะ

การเก็บรักษา

เก็บในภาชนะที่ป้องกันอากาศ ในที่แห้งและเย็น มิดชิด ห่างจากเด็ก ห่างจากอาหารและสัตว์เลี้ยง ความร้อนและเปลวไฟ

ถูก همین

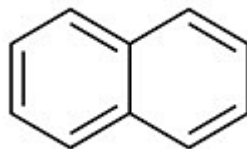
ถูก همین

“ลูกเหม็น” เป็นผลิตภัณฑ์ใกล้ตัวที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการป้องกันแมลงกัดกินเสื้อผ้าในตู้เสื้อผ้า หรือใช้เพื่อดับกลิ่นในห้องน้ำ ลูกเหม็นมีทั้งชนิดก้อน ชนิดเม็ดและชนิดผลึก ซึ่งประกอบไปด้วยสารเคมีที่มีชื่อว่า “แนพทาลิน (naphthalene)” มากกว่าร้อยละ 99 โดยน้ำหนัก สารชนิดนี้สามารถระเหิดหรือเปลี่ยนสถานะที่อุณหภูมิห้องจากของแข็งกลายเป็นไอที่มีกลิ่นป้องกันแมลงได้ แนพทาลินเป็นสารประกอบที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ พบได้ในถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม และเกิดจากการเผาไหม้ของสารประกอบอินทรีย์ เช่น ไม้ บุหรี่ ปัจจุบันนอกจากมีการนำแนพทาลินไปใช้เป็นลูกเหม็นกันแมลงแล้ว ยังมีการผลิตแนพทาลินเพื่อนำไปใช้ในการผลิตพลาสติกพีวีซี เรซิน สารฟอกหนัง สีย้อม และสารฆ่าแมลงบางประเภทอีกด้วย

แนพทาลิน (naphthalene)

ชื่อทางเคมี : NAPHTHALENE

สูตรเคมี : $C_{10}H_8$



หมายเลข CAS : 91-20-3

น้ำหนักโมเลกุล : 128.16

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี : ของแข็งสีขาว มีกลิ่นเฉพาะตัว เปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง ไอระเหยของแนพทาลินสลายตัวได้ในอากาศด้วยแสงแดดและความชื้น แนพทาลินทำปฏิกิริยารุนแรงกับตัวออกซิไดซ์แรง ในโตรเจนออกไซด์

ประโยชน์และกลไก : ใ้จากการระเหิดมีกลิ่นและฤทธิ์ไล่แมลง และกลบกลิ่นอื่นๆ จึงใช้ป้องกันแมลงกัดกินเสื้อผ้าในตู้เสื้อผ้า หรือใช้เพื่อดับกลิ่น

ความเป็นพิษ :

โดยปกติแนพทาลินสามารถเข้าสู่ร่างกายของเราได้โดยการหายใจเอาอากาศที่มีไอระเหยของแนพทาลินจากเสื้อผ้าหรือผ้าห่มที่มีการใช้ลูกเหม็น หรือสัมผัสกับลูกเหม็นหรือเสื้อผ้าหรือผ้าห่มที่มีการใช้ลูกเหม็น รวมไปถึงจากการกินด้วยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์หรือจากอุบัติเหตุ เช่น ในเด็ก ในชีวิตประจำวันที่มีการสูดดมไอของแนพทาลินที่ค่อยๆ ระเหิดออกมาจากก้อนลูกเหม็นเข้าไปในปริมาณไม่มากและไม่ต่อเนื่องก็อาจไม่แสดงอาการของการเกิดอันตราย อย่างไรก็ตามการได้รับแนพทาลินเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากอาจมีผลต่อสุขภาพดังนี้

การสัมผัสทางผิวหนัง:

อาจทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง.

การสัมผัสทางตา:

อาจทำให้เกิดการระคายเคืองดวงตา เป็นพิษต่อเรตินา ไอของแนพทาลินที่มีความเข้มข้นมากกว่า 15 ppm อาจทำให้เกิดต่อกระจก ประสาทตาอักเสบ เกิดการบาดเจ็บของกระจกตา และระคายเคืองตาอย่างรุนแรง

การสูดดม:

อาจเป็นอันตรายหากสูดดม. สารนี้อาจจะทำให้เกิดการระคายเคืองที่แผ่นเยื่อเมือก และบริเวณทางเดินหายใจส่วนบน

การกลืนกิน:

ทำให้คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน เมื่อเนพทาลินถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เกิดเมทฮีโมโกลบินซึ่งจะก่อให้เกิดอาการตัวเขียวได้ถ้ามีความเข้มข้นสูงพอ การเริ่มแสดงอาการอาจจะเกิดขึ้นได้ภายใน 2 ถึง 4 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้น อาจมีเลือดออกในปัสสาวะ และอาจเสียชีวิตได้

หากได้รับเนพทาลินในปริมาณมาก เม็ดเลือดแดงจะถูกทำลายทำให้เกิดภาวะโลหิตจางซึ่งจะพบในคนที่กินลูกเหม็น พบว่า ทารก เด็ก สตรีมีครรภ์ คนที่มีระดับเม็ดเลือดแดงต่ำหรือมีเอนไซม์ glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) บกพร่องจะเกิดภาวะโลหิตจางได้ง่ายเมื่อได้รับเนพทาลิน

นอกจากนี้เนพทาลินที่ตกค้างในร่างกายของแม่สามารถส่งผ่านไปยังลูกผ่านทางรกและนมแม่ได้และอาจทำให้เกิดภาวะโลหิตจาง อย่างไรก็ตามยังไม่มีหลักฐานยืนยันว่าเนพทาลินมีผลต่อพัฒนาการหรือเป็นพิษต่อทารกในครรภ์ การทดลองในสัตว์พบว่า การสูดดมเนพทาลินต่อเนื่องเป็นเวลานาน เพิ่มอุบัติการณ์การเกิดเนื้องอกและมะเร็งในจมูกและปอด แต่ไม่พบหลักฐานยืนยันการก่อมะเร็งในคน ดังนั้นบางหน่วยงานจึงจัดเนพทาลินเป็นสารที่เป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดมะเร็งในคน ในขณะที่บางหน่วยงานจัดระดับความเป็นอันตรายของเนพทาลินว่าไม่เป็นสารก่อมะเร็งในคน

ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ : เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเป็นอันตรายต่อแหล่งน้ำดื่ม ถ้าจัดได้ยาก ห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ, น้ำเสีย หรือดิน

การปฐมพยาบาล :

เมื่อสูดดม: ให้รับอากาศบริสุทธิ์ นำส่งแพทย์ถ้าจำเป็น

เมื่อถูกผิวหนัง: ชะล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก ถอดเสื้อผ้าที่เปื้อนออกทันที

เมื่อเข้าตา: ชะล้างออกด้วยน้ำปริมาณมาก โดยลืมตากว้างในน้ำ นำส่ง / พบจักษุแพทย์

เมื่อกลืนกิน: ดื่มน้ำปริมาณมาก ทำให้อาเจียน หลังจากนั้นให้กิน คาร์บอนกัมมันต์ (Activated charcoal) ปริมาณ 20-40 กรัมละลายในน้ำ 200-400 มิลลิลิตร นำส่งแพทย์ ห้ามให้กินนม ห้ามให้กินน้ำมันมะพร้าว ห้ามให้กินแอลกอฮอล์

ข้อควรปฏิบัติและการเก็บรักษา :

เมื่อไม่ได้ใช้ควร ปิดให้แน่น เก็บในที่แห้ง เก็บในที่เย็น บริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟและความร้อน และพ้นมือเด็ก ก่อนจะใช้เสื้อผ้าหรือผ้าห่มที่มีการใช้ลูกเหม็นป้องกันแมลง ให้นำออกมาตากแดดหรือสิ่งลมเพื่อกำจัดกลิ่นและไอระเหยของเนพทาลินที่ตกค้างเสียก่อน และควรซักอีกครั้งก่อนที่จะสวมใส่ หลีกเลี่ยงการใช้ลูกเหม็นกับเสื้อผ้าของเด็กและทารก ลดปริมาณการใช้ก้อนดับกลิ่นโดยไม่จำเป็น

แบตเตอรี่



Various batteries(clockwise from bottom left): two 9-volt, two "AA", one "D", a cordless phone battery, a camcorder battery, a 2-meter handheld ham radio battery, and a button battery, one "C" and two "AAA" plus, a U.S. quarter, for scale (รูปและข้อมูลจาก <http://th.wikipedia.org/wiki/>)

ในปัจจุบันเกือบทุกครอบครัว มีอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่ออำนวยความสะดวกมากมาย และด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า อุปกรณ์ดังกล่าวจึงมีการพัฒนารูปแบบใหม่ให้ทันสมัย และใช้ง่าย การซื้อสะดวกและราคาไม่แพงกว่าเดิม ทำให้ผู้บริโภคเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ ได้ง่ายและบ่อย ของเก่าที่มีอยู่จึงกลายเป็นซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และก่อให้เกิดปัญหาจากส่วนประกอบที่เป็นสารอันตราย เช่น สารตะกั่ว แคดเมียม ปรอท ฯลฯ ซึ่งหากได้รับการจัดการที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม และเป็นอันตรายต่อสุขภาพและระบบนิเวศน์ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

ซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ WEEE (Waste from Electrical and Electronic Equipments) หมายถึง ซากเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กในการทำงานที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน (off-spec) หรือหมดอายุการใช้งาน หรือล้าสมัย ซึ่งแบ่งเป็น 10 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนขนาดใหญ่ เช่น ตู้เย็น เครื่องทำความเย็น เครื่องซักผ้า เครื่องล้างจาน ฯลฯ
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนขนาดเล็ก เช่น เครื่องดูดฝุ่น เตาไรต์ เครื่องปั่นขนมปัง มิกเซอร์ไฟฟ้า ฯลฯ
3. อุปกรณ์ไอที เช่น คอมพิวเตอร์ เมนเฟรม โน้ตบุ๊ค เครื่องสแกนภาพ เครื่องโทรสาร/โทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ ฯลฯ

4. เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภค เช่น วิทยุ โทรทัศน์ กล้อง และเครื่องบันทึกวีดีโอ เครื่องดนตรีที่ใช้ไฟฟ้า ฯลฯ

5. อุปกรณ์ให้แสงสว่าง เช่น หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ หลอดโซเดียม ฯลฯ

6. ระบบอุปกรณ์เครื่องมือการแพทย์

7. เครื่องมือวัดหรือควบคุมต่างๆ เช่น เครื่องจับควัน เครื่องควบคุมอุณหภูมิ ฯลฯ

8. ของเล่น เช่น เกมสับบอยส์ ของเล่นที่ใช้ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ

9. เครื่องมือไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สว่าน เลื่อยไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ

10. เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ เช่น เครื่องจำหน่ายเครื่องดื่มอัตโนมัติ ฯลฯ

อุปกรณ์ต่อพ่วงที่สำคัญอุปกรณ์หนึ่งของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ คือ แบตเตอรี่ (Battery) หรือแหล่งพลังงาน หมายถึงอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้เก็บพลังงาน สามารถเปลี่ยนพลังงานเคมีที่เก็บไว้เป็นพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่นั้นประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี เช่น เซลล์กัลวานิก หรือเซลล์เชื้อเพลิง อย่างน้อยหนึ่งเซลล์ แบตเตอรี่ได้มีการค้นพบว่า มีการใช้แบตเตอรี่ตั้งแต่สมัยบาบิโลเนียน เมื่อประมาณ 500 ปีก่อนคริสตกาล แต่แบตเตอรี่ที่มีใช้ในปัจจุบัน เป็นการค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์เมื่อ 200 ปีที่แล้ว ซึ่งแบ่งตามลักษณะของการใช้งานได้เป็น 4 ชนิดดังนี้

1. แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่ไม่สามารถนำกลับมาอัดหรือชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือที่เรียกกันว่า “ถ่าน” มีหลายชนิด เช่น ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านลิเทียม เป็นต้น แบตเตอรี่มีหลายขนาด ใช้ในวิทยุ นาฬิกา เก็บพลังงานได้สูง อายุการใช้งานสูง แต่เมื่อถูกใช้หมดจะกลายเป็นขยะมลพิษ

2. แบตเตอรี่ทุติยภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่สามารถนำกลับมาอัดประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ และถ่านรุ่นใหม่ๆ เป็นต้น

3. แบตเตอรี่เชิงกล เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วนำกลับมาอัดประจุใหม่ได้ โดยการเปลี่ยนขั้ว อิเล็กโทรดขั้วลบของแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้ว ซึ่งทำให้มีการอัดประจุอย่างรวดเร็ว เช่น แบตเตอรี่ชนิดลูมิเนียม-อากาศ

4. แบตเตอรี่ผสม เป็นแบตเตอรี่ที่มีเซลล์ของเชื้อเพลิงผสมอยู่ โดยขั้วอิเล็กโทรดข้างหนึ่งเป็นก๊าซและอีกข้างหนึ่งเป็นขั้วของตัวเอง เช่น แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน

ปัจจุบันที่นิยมใช้งานคือแบตเตอรี่แบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งส่วนใหญ่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ ที่มีคราบเป็นพิษ และผลเสียต่อสภาพแวดล้อม แบตเตอรี่ที่เข้ามาทดแทนแบตเตอรี่ตะกั่ว ในอนาคตสามารถแบ่งออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่

1. แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-แคดเมียม (NiCd) หรือ ไนแคด แบตเตอรี่ชนิดนี้มีราคาแพงกว่าแบตเตอรี่ตะกั่ว แต่สามารถอัดประจุได้มากกว่า และอายุการใช้งานยาวนาน ขั้วบวกเป็นนิกเกิลออกไซด์ หรือ NiO (OH) ขั้วลบเป็นโลหะแคดเมียม (cadmium หรือ Cd) และใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในน้ำเป็นอิเล็กโทรไลต์

2. แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-เมทัลไฮไดรด์ (nickel-metal hydride) หรือ NiMH มีขั้วบวกและอิเล็กโทรไลต์ เหมือนกับไนแคด ต่างกันที่ขั้วลบซึ่งเป็นโลหะผสมที่สามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเกิดเป็นเมทัลไฮไดรด์ได้ โดยโลหะผสมนี้มีสูตรเป็น AB₂ (เช่น ZrNi₂) หรือ AB₅ (เช่น LaNi₅)

3. แบตเตอรี่ชนิดลิเทียม-ไอออน (Li-ion) ซึ่งสามารถประจุไฟฟ้าได้มากกว่า และสามารถอัดไฟได้ในขณะที่ยังมีไฟอยู่ แต่ในบางรุ่นก็ยังมีราคาสูง ลิเทียม-ไอออน มีคุณสมบัติพิเศษ คือ น้ำหนักเบาและสะสมพลังงานได้หนาแน่นกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ ทำให้เมื่อตัวแบตเตอรี่โดนความร้อนสูงในระดับหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร่งความร้อนเพิ่มขึ้น โดยอัตโนมัติ ส่งผลให้แบตเตอรี่ไหม้ หรือ ระเบิดในที่สุด

4. แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมพอลิเมอร์ (Lithium polymer) เป็นการพัฒนาขึ้นมาจากลิเทียมไอออน และใช้งานได้นานกว่าลิเทียมไอออนประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์

5. แบตเตอรี่ชนิดโซเดียม-ซัลเฟอร์ (NaS) เป็นแบตเตอรี่ที่มีความหนาแน่นของพลังงานต่ำ ราคาแพง สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 350°C

6. แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน (ZnBr) เป็นแบตเตอรี่ที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูง ราคาถูก อายุการใช้งานที่ยาวนานเหมาะสำหรับใช้กับรถไฟฟ้า แต่ก็มีปัญหาจากการรั่วของประจุที่เก็บ และก๊าซโบรมีนเป็นก๊าซที่อันตราย

7. แบตเตอรี่ชนิดวานาเดียม-รีดอกซ์ (Vanadium-Redox) สามารถอัดประจุได้ทันทีเพียงแค่เปลี่ยนอิเล็กโทรไลต์ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน อัตราการรั่วของประจุต่ำ มีความหนาแน่นของพลังงานสูง ใช้งานง่าย ราคาถูก แม้ว่าวานาเดียมมีพิษต่อสิ่งมีชีวิต แต่เมื่ออยู่ในสถานะบรรจุที่ได้มาตรฐานจะมีความปลอดภัยสูง องค์ประกอบของโลหะหนักที่มีอยู่ในแบตเตอรี่ที่อัดประจุใหม่ได้บางชนิดแสดงในตารางที่ 1 ร้อยละของส่วนประกอบอันตรายโดยน้ำหนักของแบตเตอรี่ที่อัดประจุใหม่ได้

ร้อยละของส่วนประกอบอันตรายโดยน้ำหนักของแบตเตอรี่ที่อัปเดตประจุใหม่ได้

สารอันตราย	นิกเกิล-แคดเมียม	นิกเกิล-โลหะไฮไดรด์	ลิเทียม-ไอออน
แคดเมียม	6-26		
นิกเกิล/สารประกอบ นิกเกิล	11-30	30-50	มีแต่ไม่ทราบปริมาณ
สังกะสี		5-20	
ทองแดง		.	
โคบอลต์/สารประกอบ โคบอลต์	0-2	2-15	<25
แมงกานีส		2.5-8	มีแต่ไม่ทราบปริมาณ
อะลูมิเนียม		0-2	2-10
สารประกอบลิเทียม	<3-10	0-1	<25
เหล็กกล้า	1-25	0-1	15-30
โพลีไวนิลอิดีน ฟลูออไรด์		1-25	0-5
ตัวทำละลายอินทรีย์			10-20
คาร์บอน/แกรไฟต์			3-30

โลหะหนักในแบตเตอรี่และความเป็นพิษ

โลหะหนักสามารถทำปฏิกิริยากับกำมะถันได้ดี จึงสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ด้วยการสร้างพันธะกับกลุ่มของกำมะถันที่อยู่ในเอนไซม์ และสามารถสร้างพันธะกับกลุ่มคาร์บอกซิลิก (-CO₂H) และกลุ่มอะมิโน (-NH₂) ในโปรตีน เช่น ไอออนของแคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว เมื่อเข้าไปสร้างพันธะทางเคมีกับสารอินทรีย์ที่เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้กระบวนการขนย้ายมวลสารต่าง ๆ ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์มีประสิทธิภาพลดลง นอกจากนี้ยังเข้า

รวมตัวกับสารประกอบชีวภาพฟอสเฟตจนเกิดการตกตะกอนหรือช่วย เร่งการสลายตัวด้วย โลหะหนักบางชนิดทำให้เกิดโรคมะเร็งในสัตว์ทดลอง ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และนิเกิล

ตะกั่วเป็นส่วนประกอบของการบัดกรีร่วมกับดีบุกในแผงวงจร เป็นโลหะหนักที่มีอันตรายต่อสุขภาพ เมื่อผ่านเข้าสู่ร่างกายคนและถูกดูดซึมแล้ว ส่วนใหญ่สะสมอยู่ในโครงกระดูกของร่างกาย ถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะมีอันตรายถึงแก่ความตายได้

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ได้กำหนดเกณฑ์ความปลอดภัยสูงสุดของตะกั่วที่ร่างกายรับเข้าไปต่อสัปดาห์ (maximum tolerable weekly intake) ในผู้ใหญ่คือ 50 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม หรือ 3 มิลลิกรัมต่อคน สำหรับคนน้ำหนัก 60 กิโลกรัม

ความเป็นพิษของตะกั่ว

มีผลทำลายระบบประสาทส่วนกลางและระบบโลหิต การทำงานของไตและการสืบพันธุ์ มีผลต่อการพัฒนาสมองของเด็ก นอกจากนี้ ยังสามารถสะสมในบรรยากาศ และเกิดผลแบบเฉียบพลันหรือเรื้อรังกับพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ อาการพิษเรื้อรัง อาการเริ่มแรกของพิษตะกั่ว สังเกตค่อนข้างยาก เช่น อาการปวดหัว กระจกกระสาย ซึ่งมีหลายสาเหตุ จึงมักใช้ผลวิเคราะห์ทางเคมี ในเลือด และปัสสาวะ เป็นข้อบ่งชี้ ร่วมกับสังเกตอาการทางคลินิก

ระดับตะกั่ว	ระดับปกติ	ระดับเริ่มเป็นพิษ (ยังไม่แสดงอาการทางคลินิก)	ระดับแสดงอาการพิษ (แสดงอาการทางคลินิก)
ระดับตะกั่วในเลือด (หน่วย $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$)	10-20	40	70
ระดับตะกั่วในปัสสาวะ (หน่วย $\mu\text{g}/\text{ลิตร}$)	10-70	100	200-400
coproporphyrin (หน่วย μg)	80 /ปริมาณปัสสาวะ 1 วัน	200 /ปัสสาวะ 1 ลิตร	600 /ปัสสาวะ 1 ลิตร
delta-ALA (หน่วย $\text{mg}/\text{ปริมาณปัสสาวะ 1 วัน}$)	2-3	5-10	10-20

การรักษา

อาการพิษเฉียบพลันจากสารตะกั่ว ส่วนมากเกิดจากการรับประทาน ฉะนั้นแพทย์จะต้องล้างท้องโดยใช้สารละลาย 3 เปอร์เซนต์โซเดียม หรือ แมกนีเซียมซัลเฟต และหรือให้ผงถ่าน (Activated charcoal) เพื่อป้องกันการดูดซึม แล้วรักษาตามอาการ

อาการพิษเรื้อรัง การรักษาทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ แพทย์ใช้หลักการเดียวกันคือพยายามเร่งการขับตะกั่วออกจาก

ร่างกาย โดยการให้สารเคมีเกาะ แล้วดึงตัวออกจากร่างกายทางปัสสาวะ (Chelating agent) ส่วนมากใช้แคลเซียม โซเดียม เอดีเตด (CaNa₂ EDTATE) ฉีดเข้าเส้นเลือดดำ 1 - 2 กรัม ต่อวัน

แคลเซียม

เป็นธาตุที่มีอยู่น้อยในสภาพตามธรรมชาติ โดยทั่วไปจะพบแคลเซียมในระดับความเข้มข้นไม่เกิน 1 ส่วนในล้านส่วน การได้รับสารแคลเซียม 1300 ไมโครกรัม/วัน จะเป็นพิษ เกิดการกลายพันธุ์ และทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ความดันโลหิตสูง แคลเซียมที่เข้าสู่ร่างกายทำความเสียหายต่อระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายได้แก่ ไต กระดูก ปอด ตับ หัวใจและการทำงานของเอนไซม์ แคลเซียมสามารถสะสมในร่างกาย โดยเฉพาะที่ไต ทำลายระบบประสาท ส่งผลต่อพัฒนาการของเด็กและภาวะการตั้งครรภ์ และยังมีผลต่อพันธุกรรม กรณีที่เกิดการระบาดของโรคอีโคโนอิด เพราะมีแคลเซียมปะปนในน้ำ 0.4-3.36 ส่วน ต่อล้านส่วน

ความเป็นพิษของแคลเซียม

อาการพิษเฉียบพลันเกิดจากการหายใจเอาไอหรือฝุ่นของฝุ่นของแคลเซียมที่มีใน บรรยากาศเป็นจำนวนมาก เข้าไป อาการที่พบคือ เกิดความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดอาการ ไอ เจ็บหน้าอก เหนื่อยออกและ ลื่น แคลเซียมเมื่อเข้าสู่ร่างกายโดยการกิน ก็จะเกิดอาการคลื่นเหียนอาเจียน และท้องร่วง มีอาการเหมือนอาหารเป็นพิษ ดังนั้นจึงห้ามใช้แคลเซียมฉาบกระเบื้องอาหาร

เมื่อได้รับเนื่องจากการสูดดมหรือการหายใจเอาควันที่มีแคลเซียมปนเปื้อนเข้าไปเล็กน้อย จะมีอาการแบบเฉียบพลันอย่างอ่อนที่เกิดขึ้นคือ คอแห้ง ระคายคอ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ เมื่อได้รับมากขึ้นจะมีอาการหายใจไม่ออก ไอไม่หยุด ถ้ายังคงสูดหายใจเข้าไปอีกก็อาจตายได้ ส่วนอาการที่เกิดจากการกินอาหารหรือน้ำที่มีแคลเซียมเจือปน คือ อาเจียนและท้องร่วง

อาการพิษเรื้อรังเกิดจากการได้รับแคลเซียมไม่ว่าจะเป็นการหายใจ กินหรือดูดซึมเข้าทางผิวหนังเป็นประจำที่เรียกว่า

โรคอีโคโนอิด - อีโคโนอิด ทำให้ผู้ได้รับพิษได้รับความเจ็บปวดทรมานมากเพราะเกิดอาการกระดูกและไตพิการ เมื่อแคลเซียมเข้าสู่ระบบการไหลเวียนของโลหิตแล้วจะทำลายปอด ทำให้ปอดบวมทำลายตับและไต แคลเซียมส่วนหนึ่งจะไปเคลือบอยู่ตามเหงือกและคอฟัน ซึ่งล้างไม่ออกมีสีเหลืองเรียกว่า วงแหวนแคลเซียม อาการเรื้อรังของโรคแพ้พิษสารแคลเซียม มีอาการเจ็บหัวเข่า และปวดตามกระดูกทั่วร่างกาย มีปัสสาวะสีขาวขึ้นเนื่องจากไตถูกทำลาย ปริมาณปัสสาวะและเลือดผู้ป่วยเปลี่ยนไป กระดูกจะเปราะมากเพราะว่าแคลเซียมจะสลายตัวออกจากกระดูก ระยะสุดท้ายผู้ป่วยจะกินไม่ได้ นอนไม่หลับ เบื่ออาหาร น้ำหนักลด อ่อนเพลีย หดแรง และเสียชีวิตในที่สุด

การรักษา

การใช้ BAL จะไม่ได้ผลเหมือนโลหะตัวอื่น กลับจะเป็นพิษมากขึ้นเพราะสารแคลเซียมจะจับกับสาร BAL จะผ่านไตและแคลเซียมจะแยกตัวออกมาจับกับเซลล์ที่ไตได้อีก จึงเป็นการยากในการขับสารพิษแคลเซียมออกจากร่างกายทางที่ควรป้องกันการปนเปื้อนของสารแคลเซียมในสิ่งแวดล้อมมากเกินไปจนอันตราย

นิกิล

ความเป็นพิษ ฝุ่นนิกิลถูกจัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง และอาจเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งปอดในสัตว์ทดลอง และอาจมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ด้วย นอกจากนี้ ผลเรื้อรังจากการสัมผัสนิกิล ได้แก่ การแพ้ของ

ผิวหนัง ซึ่งประกอบด้วย การมีแผลไหม้ คัน เป็นผื่นแดง มีอาการแพ้ของปอด คล้ายการเป็นหอบหืด และแน่นหน้าอก

ลิเทียม

ความเป็นพิษของลิเทียม เป็นอันตรายเมื่อกลืนกิน สูดดม หรือถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง สารนี้ทำลายเนื้อเยื่อของเยื่อเมือกและทางเดินหายใจ รวมทั้งดวงตาและผิวหนังอย่างรุนแรง การสูดดมอาจก่อให้เกิดอาการชัก กล้องเสียง และหลอดลมใหญ่อักเสบ โรคปอดอักเสบจากสารเคมีและน้ำท่วมปอด อาการต่างๆของการได้รับสารอาจประกอบด้วยความรู้สึกปวดแสบปวดร้อน ไอ หายใจมีเสียงหวีด การอักเสบที่ตอนบนของหลอดลม หายใจถี่ ปวดศีรษะ คลื่นเหียน และอาเจียน

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิทย์การอาชีพ